corso di RADIOTECNICA

pubblicazione settimanale - 24 giugno - 1 luglio 1961 - un fascicolo lire 150 39° numero

corso di
RADIOTECNICA

settimanale a carattere culturale

Direzione, Amministrazione, Pubblicità:
Via dei Pellegrini 8/4 - Telef. 593.478
MILANO

Ogni fascicolo — contenente 3 lezioni — costa lire 150, acquistato alle edicole.

Se l'edicola risulta sprovvista, o si teme di rimanere privi di qualche numero, si chieda invio settimanale direttamente al proprio domicilio a mezzo abbonamento.

Il versamento per ricevere i 52 fascicoli costituenti l'intero Corso è di lire 6500 + I.G.E. = lire 6630. A mezzo vaglia postale, assegno bancario, o versamento sul conto corr. postale 3/41.203 del « Corso di RADIOTECNICA » - Via dei Pellegrini 8-4 - Milano. In ogni caso, scrivere in modo molto chiaro e completo il proprio indirizzo.

L'abbonamento può essere effettuato in qualsiasi momento; si intende comprensivo delle lezioni pubblicate e dà diritto a ricevere tali lezioni, che saranno inviate con unica spedizione.

Estero: abbonamento al Corso, Lit. 8.500. ($ 15). Numeri singoli Lit. 300 ($ 0,50).

Per i cambi di indirizzo durante lo svolgimento del Corso, unire lire 100, citando sempre il vecchio indirizzo.

Fascicoli singoli arretrati — se disponibili — possono essere ordinati a lire 300 cadauno.

Non si spedisce contrassegno.

Distribuzione alle edicole di tutta Italia: Diffus. Milanese . Via Soperga, 57 - Milano.

Direttore responsabile: Giulio Borgogno.

Autorizzaz. N. 5357 - Tribunale di Milano.

Stampa: Intergrafica S.r.l. - Cologno Monzese.

La Direzione non rivende materiale radio; essa può comunicare, se richiesta, indirizzi di Fabbricanti, Importatori, Grossisti ecc. in grado di fornire il necessario ed ai quali il lettore può rivolgersi direttamente.

Alla corrispondenza con richiesta di informazioni ecc. si prega allegare sempre il **francobollo per la risposta**.

Parte del testo e delle illustrazioni è dovuta alla collaborazione del Bureau of Naval Personnel, nonchè al Dept. of the Army and the Air Force - U.S.A.

A chi può essere utile questo Corso? Anzitutto — stante la sua impostazione — il Corso, basato sull'esposizione in forma a tutti accessibile, della radiotecnica, dai suoi elementi basilari alla evoluzione più recente, rappresenta la forma ideale per tutti coloro che intendono dedicarsi all'elettronica, sia come forma ricreativa sia — soprattutto — per l'acquisizione di una professione specializzata che possa procurare loro una posizione di privilegio in seno alla società odierna.

Anno per anno, la nostra civiltà si indirizza sempre più verso questa meravigliosa, si potrebbe dire fascinosa, elettronica, che nel modo più evidente consente sviluppi impensati, progressi grandiosi e una rapida evoluzione di tutti gli altri rami dello scibile che essa tocca e influenza.

L'industria, tutta l'industria, nel senso più ampio, da quella elettrotecnica a quella meccanica, alla metallurgica, alla chimica ecc., con i suoi laboratori di ricerca e le sue fabbriche richiede, e richiederà sempre più, con un ritmo rapidamente crescente, tecnici specializzati con conoscenza dell'elettronica, tecnici specificatamente elettronici e persino operai e impiegati di ogni ordine e categoria con cognizioni di elettronica.

Si può dire che anche le branche commerciali, quelle dei trasporti e persino quelle amministrative con le recenti introduzioni delle calcolatrici, abbisognano di personale che conosca i principi dell'elettronica, le macchine relative, il loro pieno sfruttamento, la eventuale riparazione ecc. e, quanto più in modo completo, quanto meglio.

Nasce, da una tale situazione, una logica conseguenza: per la scelta di una professione o di un mestiere, per un miglioramento della propria posizione sociale, per l'intrapresa di una libera attività o anche per la sola acquisizione di cognizioni che indubbiamente verranno oltremodo utili, è quanto mai opportuno riflettere se non sia conveniente dedicare un po' di tempo allo studio di questa scienza che ha tra l'altro il pregio di rendersi immediatamente attraente, concreta, accessibile e foriera di moltissime soddisfazioni.

A questo scopo appunto, e con questi intenti, è stato redatto questo Corso.

Non mancano invero altri corsi (specie per corrispondenza) o scuole di radiotecnica, nè mancano (sebbene siano in numero del tutto inadeguato) scuole statali o pareggiate ma la struttura e l'impostazione che caratterizzano queste 156 lezioni sono alquanto particolari, presentando non pochi vantaggi sulle diverse altre forme di cui si è detto.

Anzitutto vogliamo porre in evidenza **il fattore economico.**

Frequentare regolarmente, durante tutto l'anno, una scuola è certo il modo più logico — anche se non il più rapido — per apprendere ma, tralasciando il fatto che rarissimi sono gli Istituti di radiotecnica, è a tutti possibile dedicarsi esclusivamente, e per l'intero anno, allo studio? Noi riteniamo che chi può farlo costituisca oggi assai più l'eccezione che la regola. Ciò significa infatti poter disporre liberamente del proprio tempo senza avere la necessità di un contemporaneo guadagno: il nostro Corso permette a chiunque di studiare a casa propria, nelle ore libere dal lavoro, senza abbandonare o trascurare quest'ultimo. Ciò caratterizza invero anche altri corsi, ma il vantaggio economico diviene notevole ed evidentissimo se si considera che di fronte all'esborso, anche se rateale, di quasi 80.000 lire che i corsi per corrispondenza richiedono, seguendo il nostro Corso la spesa in un anno risulta di poco più di 7500 lire (150 lire alla settimana presso un'edicola) o di 6630 lire totali, con recapito postale, settimanale, delle lezioni a domicilio.

E' superfluo dire che la Modulazione di Frequenza, i transistori, i circuiti stampati, la trasmissione, il telecomando ecc. sono argomenti integrali del Corso e non costituiscono motivo di corsi speciali, aggiunti o particolari.

Le lezioni di questo Corso — a differenza di molte altre — non sono stampate con sistemi di dispensa, a ciclostile, o con sistemi più o meno analoghi, derivanti cioè da un originale battuto a macchina da scrivere; esse sono stampate in uno stabilimento grafico, con chiari caratteri tipografici da cui deriva una assai più agevole lettura e — fattore certamente di non secondaria importanza — un contenuto molto più ampio, corrispondendo una pagina a stampa a tre o quattro pagine di quelle citate. Il lettore avrà, alla fine del Corso, un volume di ben 1248 pagine di grande formato!

Chiunque, indipendentemente dall'età, dalla professione e dalle scuole compiute **può seguire il Corso.** Alle esposizioni teoriche si abbinano numerose, attraenti, istruttive ed utili descrizioni che consentono la realizzazione di ricevitori, amplificatori, strumenti vari e persino di trasmittenti su onde corte.

A questo proposito è sintomatico il fatto che la Direzione non vuole assolutamente assumere la fisionomia di un fornitore o commerciante di materiale radio, rivendendo agli allievi le parti necessarie. Il materiale occorrente l'interessato può acquistarlo dove e come meglio crede e, assai spesso anzi, già ne dispone. Viene così evitato l'acquisto forzoso, caratteristico più o meno di tutti gli altri corsi.

Anche chi è già radiotecnico, anche chi ha seguito o segue altri corsi troverà il massimo tornaconto in questo completo ed aggiornato lavoro. Molte nozioni, è logico, saranno note, altre un po' meno e sarà utile rinfrescarle, e il tutto infine costituirà un manuale di consultazione, prezioso tanto per la teoria esposta quanto per i numerosi schemi, per le tabelle, per i grafici, gli elenchi, i dati, il vocabolario dei termini ecc.

Concludendo, si può affermare che questo **Corso di Radiotecnica** oltre che come insegnamento graduale si presenta come **enciclopedia e rivista assieme** ciò che permette di formare — con modestissima spesa — **il più completo, ricco, utile e pratico volume di radiotecnica di cui sia dato oggigiorno disporre.**

L'ALTA FEDELTA'

Per « fedeltà » di un amplificatore o, meglio di un complesso riproduttore di Bassa Frequenza, si intende, come è noto, la maggiore o minore attitudine del complesso stesso a riprodurre, all'uscita, un segnale amplificato che corrisponda esattamente, nel suo andamento, a quello applicato all'entrata. L'argomento non risulta nuovo al lettore, avendo il termine *Alta Fedeltà* un significato opposto, in certo qual modo, al termine *distorsione*. E noi, abbiamo già trattato esaurientemente dei principali metodi che consentono di eliminare quest'ultima, nonchè degli accorgimenti costruttivi da seguire, negli amplificatori, per evitare l'insorgere di quei disturbi che contribuiscono, in effetti, a ridurre la fedeltà di riproduzione. Potrebbe sembrare perciò superfluo tornare su questo soggetto: in realtà, l'Alta Fedeltà è un argomento che ha dato luogo ad una tecnica, a materiale ed a letteratura a sè, e che, specialmente in questi ultimi anni, ha subito continue e notevoli evoluzioni ed ha richiamato l'attenzione di una schiera di appassionati sempre più vasta.

In questa lezione considereremo particolari circuiti e tecniche propri dell'Alta Fedeltà, ma, è logico, l'argomento dovrà sempre essere inteso a completamento di quanto già esposto in precedenza. Prima, comunque, è opportuno riassumere i requisiti fondamentali cui deve soddisfare un amplificatore, per poter essere denominato ad Alta Fedeltà.

Requisiti di un amplificatore ad Alta Fedeltà

Un complesso per Alta Fedeltà comprende — generalmente — un giradischi, un preamplificatore equalizzatore, un amplificatore di potenza, un alimentatore, ed uno o più altoparlanti. Attualmente, molti complessi dispongono anche di sintonizzatore AM-FM e di registratore magnetico.

Per ottenere una riproduzione perfetta, occorre che tutte le parti che costituiscono l'impianto siano in certo qual modo selezionate. Infatti, basta che un solo anello della catena sia imperfetto, perchè il segnale, al suo passaggio in esso, venga alterato; per quanto perfetti siano gli stadi successivi, essi non potranno che riprodurre con la massima perfezione tali alterazioni. Inoltre, per la stessa ragione, occorre che anche la sorgente di segnale (disco, registrazione magnetica, ecc) sia ottima. Ci occuperemo in questa sede esclusivamente dell'amplificatore, del preamplificatore, e del sistema di diffusione acustica, partendo dal presupposto che le altre parti del complesso siano in grado di offrire prestazioni di alta qualità.

Nella catena di elementi compresi tra la sorgente del segnale e l'orecchio, l'amplificatore ha, ovviamente, un'influenza preponderante sulla qualità della riproduzione: esso è, inoltre, praticamente l'unico elemento di cui si possono variare a piacimento le caratteristiche più importanti, quali ad esempio la risposta alla frequenza, la potenza, ecc. Nulla infatti, si può fare per modificare le caratteristiche intrinseche, vale a dire originali, del fonorivelatore, della testina del magnetofono o dell'altoparlante: le caratteristiche di tali componenti si possono, in linea di massima, solo correggere.

Negli amplificatori si possono, invece, introdurre dei componenti suscettibili di regolazione, che consentono non solo di adattare tutto il complesso alle caratteristiche proprie di registrazione del disco o del nastro — come già visto a proposito dei circuiti di equalizzazione — ma, anche, alle caratteristiche del locale, nonchè al gusto personale dell'ascoltatore.

Data la sua importanza, esamineremo in primo luogo in modo analitico, le caratteristiche del complesso preamplificatore - amplificatore di potenza.

Si tratta di soddisfare alcuni punti fondamentali riguardanti l'amplificatzione in B.F.; ne abbiamo già considerati diversi in precedenza:

1) bassa distorsione armonica (max. 0,5%);
2) bassa distorsione per intermodulazione (max. 2%);
3) curva di risposta lineare almeno da 30 - 40 Hz a 20 - 25 kHz;
4) minima distorsione di fase;
5) basso livello di fruscio e ronzio;
6) ampia riserva di potenza, per consentire la riproduzione di transitori di potenza anche superiori alla media, senza che per questo l'amplificatore ne risulti sovraccaricato;
7) bassa resistenza di uscita, onde consentire un perfetto smorzamento elettrico dell'altoparlante.

Alla maggior parte dei suddetti requisiti, ed in particolare a quelli riguardanti la distorsione, devono rispondere, naturalmente, tutti gli stadi componenti lo amplificatore; tuttavia, quello al quale si deve dedicare un'attenzione particolare, è lo stadio finale. Esso, infatti, data la notevole potenza che deve fornire, è quello maggiormente soggetto a produrre distorsioni di ogni tipo. Per quanto riguarda il ronzìo ed il fruscìo, sono invece i primi stadi di amplificazione che devono essere presi in particolare considerazione.

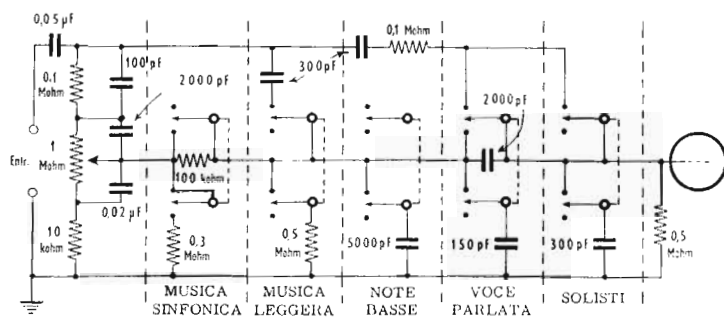



Fig. 1 - Circuito tipico di commutazione per registri di tonalità. Ogni tasto del comando esterno aziona contemporaneamente due commutatori, uniti in figura dalle linee tratteggiate. Ciascuno di essi include, o esclude, un componente resistivo o capacitivo, a seconda delle esigenze. Il meccanismo è congegnato in modo tale che l'abbassamento di un tasto provoca automaticamente il sollevamento di quello precedentemente abbassato.

IL PREAMPLIFICATORE

Abbiamo già detto dei circuiti di equalizzazione, dei controlli di tono separati per le note alte e le note basse, degli adattamenti di impedenza per le diverse sorgenti di segnale, ed infine delle particolarità costruttive per eliminare ronzio e fruscio. A complemento, a proposito dei controlli di tono, considereremo ora i cosiddetti **registri di tonalità**, che sono sempre più diffusi negli apparecchi radio e negli amplificatori moderni, ed i **controlli di tono di tipo controreazionato**: si tratta di particolarità che hanno il loro più vasto campo di applicazione, appunto nel ramo dell'Alta Fedeltà.

Tratteremo, inoltre, della regolazione di volume, **fisiologica**, atta ad annullare l'effetto logaritmico dello orecchio umano, secondo il quale, diminuendo la potenza sonora, le note basse sembrano attenuarsi maggiormente di quelle alte.

Registri di tonalità

Oltre al normale doppio controllo separato dei toni, si possono attuare altri dispositivi che permettono di variare a piacimento la curva di risposta del complesso. Si tratta dei « registri di tonalità » i quali consentono, solitamente mediante una opportuna tastiera, di predisporre la curva di risposta fondamentale dell'apparecchio per un dato genere di riproduzione. Naturalmente, ciò non impedisce di variare ulteriormente tale curva fondamentale, mediante i due controlli continui a potenziometro.

La necessità dei registri di tonalità appare evidente se si pensa che ogni genere di segnale da riprodurre, quale ad esempio, la musica sinfonica, la musica leggera, la voce parlata, ed altri, ha una propria caratteristica di distribuzione di frequenza. Chiariamo meglio questo concetto: la voce umana richiede, per essere riprodotta con chiarezza, che l'amplificatore sia particolarmente predisposto ad accentuare le frequenze centrali della gamma acustica: un eccesso delle frequenze basse determina spiacevoli effetti di rimbombo, mentre un eccesso di quelle alte determina una riproduzione eccessivamente stridente, che accentua le consonanti sibilanti (« s », « c », « z », ecc.). La musica sinfonica, al contrario, data la grande estensione della gamma di note da riprodurre, e la necessità di arricchire i timbri col numero maggiore possibile di armoniche superiori, richiede non solo una banda passante della massima ampiezza, ma, spesso, anche una vera e propria accentuazione delle frequenze estreme. Per la musica leggera, dato il tipo particolare di strumenti che per essa vengono impiegati, spesso è preferibile una accentuazione delle frequenze più alte, ed una certa riduzione di quelle basse.

Vi sono altri tipi fondamentali di curve di risposta, relativi ad altre esecuzioni, tra cui principalmente ricordiamo i registri « musica da camera », « organo », « cantanti solisti » e molti altri.

La predisposizione per l'un genere o per altro si può ottenere mediante l'abbassamento del tasto relativo, che determina una adeguata commutazione nei circuiti di controllo di tono, particolarmente del controllo dei toni bassi, mediante l'inserimento o l'esclusione di resistenze e capacità. I registri di tonalità sono, generalmente, inseriti nel circuito di controllo dei toni bassi, perchè, nei circuiti percorsi da frequenze elevate, i collegamenti necessari alle commutazioni ed agli organi aggiunti aumenterebbero la capacità distribuita, determinando attenuazioni, sempre maggiori con l'aumentare della frequenza.

Alla **figura 1** è riportato un classico tipo di circuito a commutazione per registro di tonalità, provvisto di cinque tasti, ciascuno dei quali aziona un commutatore a due posizioni come indicato nella figura stessa. Il primo tasto, relativo alla « musica sinfonica », comporta, col suo abbassamento, l'inserimento della resistenza da 300 kohm, avente lo scopo di assicurare una risposta adeguata anche col controllo dei bassi al massimo. L'altra sezione del commutatore provvede a cortocircuitare la resistenza in serie da 100 kohm, che è invece inserita nelle altre quattro posizioni della tastiera. Ciò perchè, nella musica sinfonica, si hanno differenze di livello sonoro anche molto forti, tra i « pianissimo » ed i « fortissimo » dell'orchestra, ed è quindi bene sfruttare al massimo la tensione di ingresso. Nelle altre posizioni, non essendoci tale necessità, è presente la resistenza che apporta attenuazione, ed abbassa la dinamica sonora del complesso.

Premendo il tasto « musica leggera », da un lato si inserisce una resistenza in parallelo, da 500 kohm, che attenua le frequenze più basse, e dall'altro si inserisce un condensatore da 300 pF, che permette il passaggio,

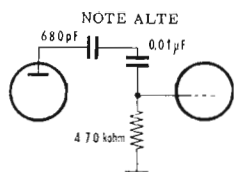



Fig. 2-A - Circuito equivalente del registro di tonalità, quando è inserito il comando delle note alte.

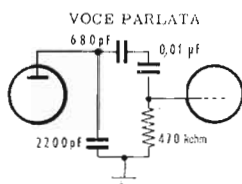



Fig. 2-B - Componenti inclusi nel circuito, in posizione adatta alla sola voce parlata.

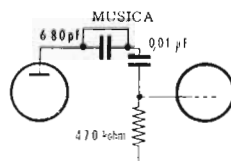



Fig. 2-C - In posizione « Musica », uno dei condensatori in serie al segnale è in corto-circuito.

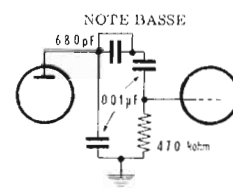



Fig. 2-D - In posizione « Note Basse » viene aggiunto un condensatore che fuga a massa le alte.

e quindi il rinforzo, di quelle più alte. Il registro « bassi » provvede, mediante l'inserimento di un condensatore da 5.000 pF in parallelo, una facile fuga alle frequenze centrali ed alte, e determina quindi una esaltazione relativa di quelle più basse. L'inserimento del tasto « voce », inserisce un condensatore in serie da 2.000 pF, che attenua le frequenze basse, mentre quelle alte vengono diminuite mediante il condensatore in parallelo da 150 pF. Il condensatore da 300 pF in serie alla resistenza da 0,1 Mohm ha l'effetto di esaltare le frequenze centrali. La posizione « solisti » — infine — determina ancora una esaltazione delle frequenze centrali, mediante la resistenza ed il condensatore in serie ora citati, ma esclude il condensatore in serie da 2.000 pF, consentendo così una riproduzione buona, oltre che per i tenori, anche per i bassi, per il diminuire della frequenza estrema inferiore della banda.

Un altro circuito per registri di tonalità verrà da noi considerato nel paragrafo dedicato al controllo fisiologico di volume.

Alla **figura 2-A, B, C e D**, sono indicati i quattro aspetti che assume il circuito di accoppiamento tra stadio amplificatore di tensione e stadio finale, in un tipico apparecchio radio, provvisto di registro di tonalità a quattro posizioni. Non riteniamo necessario alcun ulteriore commento, poichè, osservando la disposizione ed i valori dei condensatori inseriti, è facile comprendere, in base a quanto detto in precedenza, il principio di funzionamento del circuito.

Controlli di tono sulla controreazione

I più classici circuiti per il doppio controllo di tono separato sono, senza dubbio, quelli fino ad ora da noi considerati nelle lezioni precedenti. Si preferisce, tuttavia, in alcuni casi, inserire i controlli di tono nei circuiti di controreazione, nel modo che ora vedremo. Il principale vantaggio che presentano i controlli di tono ricavati sulla controreazione e che non comportano, come quelli tradizionali, una forte attenuazione del segnale di ingresso. Essi sono pertanto preferibili negli amplificatori a poche valvole, che devono sfruttare al massimo tutto il segnale a disposizione. La **figura 3** illustra un circuito classico di questo genere. Quando il potenziometro *P1* è tutto escluso, il condensatore C1, calcolato in modo da permettere un facile passaggio ai toni alti, impedendolo invece ai bassi, risulta in cortocircuito, e pertanto anche i bassi riescono a passare. Nell'altra posizione — invece — i bassi non possono essere retrocessi a causa della elevata reattanza della capacità. Di conseguenza, risultano esaltate le sole frequenze più basse.

Il controllo degli alti, ad opera del potenziometro *P2*, è del tutto analogo. Quando la resistenza è esclusa totalmente, gli acuti vengono convogliati a massa, attraverso il condensatore C2, la cui reattanza impedisce il passaggio ai bassi. Pertanto, non si ha controreazione, per le note alte, che risultano conseguentemente accentuate. Nell'altra posizione invece, la resistenza inserita impedisce il passaggio agli alti, che vengono quindi regolarmente retrocessi.

Al vantaggio principale di questi controlli di tono, ossia alla minore attenuazione di tensione, si contrappone tuttavia un notevole svantaggio, consistente nella minore efficacia, rispetto ai controlli di tono tradizionali. L'entità della controreazione è, infatti, per quanto spinta, sempre limitata; i potenziometri *P1* e *P2* agiscono non su tutti i bassi e gli alti, ma solo sulla parte che viene retrocessa. La curva di risposta complessiva può pertanto essere variata entro limiti non molto ampi. Inoltre, le frequenze che, per essere accentuate rispetto alle rimanenti, non vengono retrocesse dal circuito di controreazione, risultano, ovviamente, maggiormente distorte, appunto per la mancanza della controreazione relativa.

Controllo fisiologico di volume

Per l'orecchio umano, le differenze di livello sonoro non sono egualmente percepibili a tutte le frequenze. Infatti, una variazione dei toni bassi risulta più rimarchevole di una variazione, in realtà eguale, degli alti. Ne consegue che, dato che il controllo di volume degli amplificatori non è altro che un attenuatore, costituito da un partitore di tensione, come si vede alla **figura 4**, nelle posizioni di minimo livello, le frequenze più basse appaiono all'orecchio umano come molto più attenuate rispetto a quelle alte. La riproduzione a basso volume risulta pertanto eccessivamente acuta e stridente.

Per compensare questo fenomeno, si ricorre ai controlli di volume detti « fisiologici ». Un esempio clas-

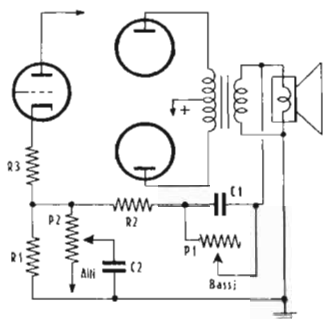



Fig. 3 - Esempio di controlli di tono per alte e basse, inseriti nel circuito di controreazione tra l'uscita e lo stadio pilota.

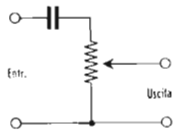



Fig. 4 - Controllo di volume mediante un attenuatore potenziometrico.

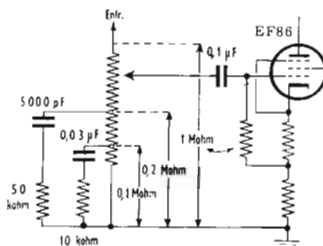



Fig. 5 - Esempio di applicazione del controllo fisiologico del volume. Le capacità connesse alle prese attenuano le frequenze alte.

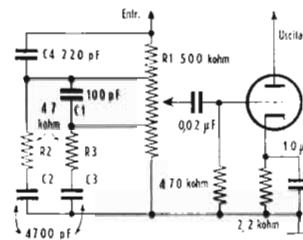



Fig. 6 - In questo caso, C1 e C4 consentono, in parte, il passaggio delle note alte, consentendo una variazione graduale.

sico è riportato alla **figura 5**. Il principio di funzionamento è ovvio: nelle posizioni di volume massimo, i circuiti *RC* collegati alle prese sul potenziometro non agiscono. Abbassando il volume ad intensità media, si introduce il condensatore da 5.000 pF, che attenua le note alte fino ad un certo limite, determinato dalla resistenza da 50 kohm. Per livelli ancora inferiori, la capacità aumenta a 30.000 pF, e la resistenza scende a 10 kohm. Un circuito di maggiore efficacia, data la presenza dei condensatori *C*1 e *C*4 che permettono il passaggio ad una piccola parte degli alti, è indicato alla **figura 6**. A titolo di esempio, riportiamo alla **figura 7** un circuito con registri di tono inseriti in un controllo di volume fisiologico controreazionato. Non è difficile comprendere l'azione dei diversi commutatori.

L'AMPLIFICATORE

Gli stadi di amplificazione di tensione non presentano, in genere, difficoltà rilevanti per quanto riguarda la fedeltà di riproduzione. In proposito sono da ritenersi sufficienti le norme di cui alle precedenti lezioni, dedicate appunto all'amplificazione di tensione.

Ci occuperemo principalmente dello stadio finale, che, come già si è accennato, è quello che quasi sempre apporta la maggiore distorsione, sia nell'amplificazione vera e propria, che alla sua uscita, vale a dire nel passaggio del segnale attraverso il trasformatore d'uscita.

Inizieremo con qualche cenno in merito ai circuiti invertitori di fase, cenno da considerarsi, bene inteso, in aggiunta alle nozioni già esposte in argomento.

Lo stadio invertitore di fase

Lo stadio finale in controfase — come sappiamo — necessita, per essere pilotato, di due segnali, eguali in ampiezza ma di fase opposta. Tali segnali devono essere ben bilanciati, ossia perfettamente simmetrici, e a basso tasso di distorsione. Lo stadio che si usa allo scopo è l'invertitore di fase, in uno dei tipi a noi noti.

Se si riesce, nel citato stadio, ad avere anche un buon guadagno, ciò va a vantaggio della potenza d'uscita. Un guadagno elevato ha, in atti, la prerogativa di permettere un ridotto numero di stadi, con conseguente minimo spostamento di fase. Ciò comporta, come sappiamo, una maggiore linearità e più elevata stabilità della controreazione.

In certi casi si preferisce ottenere, in tale stadio, un guadagno elevato, anche a costo di una maggiore distorsione, in quanto la stessa viene poi ridotta da una forte controreazione; in altri casi, si preferisce uno stadio che abbia bassa distorsione, e quindi basso guadagno. Uno stadio di quest'ultimo genere è quello, a noi già noto, ad accoppiamento di catodo: il guadagno è basso (circa 25) ma, in compenso, la distorsione è pressochè nulla. Gli altri tipi di invertitori a doppio triodo apportano maggiore guadagno, ma anche maggiore distorsione.

Un invertitore che permette alto guadagno e bassa distorsione è quello riportato alla **figura 8**. Esso è provvisto sia di reazione positiva che di controreazione: è quindi del tipo a reazione mista. Con tale tipo di circuito invertitore, si possono ottenere, con distorsione assolutamente trascurabile, guadagni di tensione di 200 volte. Il guadagno può salire fino a 800 volte, ma in tal caso si ottiene una notevole attenuazione delle frequenze più alte. Con l'impiego di questo stadio amplificatore-invertitore è possibile evitare lo stadio amplificatore di tensione a pentodo, che solitamente precede, specialmente se è previsto l'impiego di un preamplificatore separato.

Lo stadio finale ultralineare

Già ci siamo occupati a fondo degli stadi finali in controfase a pentodo, e ci limiteremo perciò a considerare quei circuiti di tipo particolare, che sono propri esclusivamente degli amplificatori di alta classe.

La stadio finale ultralineare è in parte a noi già noto, poichè era presente nell'amplificatore di potenza descritto alla lezione 110ª. Per comprendere meglio il suo funzionamento, occorre ricordare che lo stadio in controfase utilizzante triodi apporta distorsione molto inferiore a quella dello stadio in controfase impiegante pentodi.

Lo stadio ultralineare, nel quale le griglie schermo si collegano, invece che direttamente alla tensione anodica, a due prese sul primario del trasformatore d'uscita, si comporta come una via di mezzo tra uno stadio a pentodi ed uno a triodi. Oltre a quanto già detto in precedenza, ossia che le prese sul trasforma-

Fig. 7 - Circuito con registri di tonalità, inseriti in un controllo fisiologico di volume: A = controllo delle note basse; B = posizione voce parlata con contatto aperto; C = posizione corrispondente ad una risposta lineare (alta fedeltà) ad interruttore aperto; D = predisposizione per la musica leggera a contatto chiuso; E = potenziometro di controllo fisiologico di volume; F = cantanti solisti con contatto aperto; G = esaltazione bassi a contatto chiuso; H = predisposizione per voce parlata e per cantanti solisti a contatto chiuso. Il terminale « X » fa capo al secondario del trasformatore di uscita (controreazione).

tore d'uscita determinano una controreazione all'interno dello stadio finale, occorre considerare che una parte del carico viene, in questo stadio, ad applicarsi alle griglie schermo. Per questo esso si chiama spesso anche « stadio finale a carico distribuito ». Il collegamento della griglia schermo su di una presa primaria del trasformatore d'uscita comporta, infatti, come caso limite al salire della percentuale di carico comune, l'unione della griglia schermo alla placca: in tal caso il pentodo funzionerebbe, essendo tra loro collegati tali elettrodi, come un triodo. Comunque, occorre avvertire che la parte del primario in comune ai due elettrodi non è mai superiore al 50%. I valori più comuni sono, infatti, del 20%, 40%, e 43%. Quest'ultimo è il più frequente negli amplificatori ad Alta Fedeltà.

Le tabelle 90 e 91, riportate nella lezione 117ª, indicano le condizioni di funzionamento, le potenze ottenibili, e le distorsioni relative, nel caso di stadi finali in controfase dei tre tipi: pentodi connessi a triodo, pentodi a carico distribuito, e pentodi connessi normalmente. Le valvole prese in considerazione sono le più comuni negli amplificatori ad Alta Fedeltà, ossia la EL34, per gli amplificatori di alta potenza, e la EL84 per gli amplificatori di media potenza. Dalle tabelle stesse è chiaramente visibile come, a parità di potenza d'uscita, i circuiti normali apportino una distorsione nettamente superiore a quella dei circuiti ultralineari e dei circuiti a triodo. Essi consentono però di ottenere potenze d'uscita superiori che non nei due ultimi casi.

L'utilità del circuito ultralineare è particolarmente evidente nel caso della valvola EL84 che presenta — in tali condizioni — una distorsione minore che non nel caso della connessione a triodo. La potenza d'uscita ottenibile, ciò nondimeno, rimane notevole, ed è dell'ordine di 12 watt con prese al 43%, e di 15 watt con prese al 20%. I valori di distorsione totale (indicati nella tabella) sono stati ottenuti senza l'impiego di controreazione, eccettuata quella determinata dalla particolare connessione delle griglie schermo nei circuiti ultralineari. Tali valori possono quindi essere notevolmente diminuiti, usufruendo di una reazione che comprenda tutti gli stadi dell'amplificatore, ottenuta solitamente retrocedendo al circuito di catodo del primo o del secondo stadio di amplificazione, parte del segnale presente sul secondario del trasformatore d'uscita.

Il trasformatore d'uscita

Il trasformatore d'uscita è forse il componente più critico di tutto l'amplificatore. Nei suoi confronti non esistono disposizioni circuitali più o meno adeguate per non introdurre distorsioni, essendo queste in relazione alla bontà del materiale ed alla accuratezza della costruzione. In commercio è possibile trovare trasformatori d'uscita di alta qualità: il costo è però relativamente elevato rispetto a quello degli altri tipi.

Il trasformatore d'uscita, se mal progettato o mal costruito, può dar luogo a diversi tipi di distorsione, che non sono eliminabili che con la sostituzione. I principali sono i seguenti:

1) *distorsione di frequenza.* Può essere causata sia da una induttanza primaria insufficiente, che da un valore troppo elevato del flusso magnetico disperso. Un'altra causa può essere l'effetto di risonanza del circuito primario, ad una determinata frequenza compresa nella gamma acustica, o vicina ad essa.

2) *distorsione di fase.* E' causata da uno spostamento di fase, quando la tensione di controreazione è prelevata sul secondario del trasformatore. Di solito questa distorsione si manifesta con oscillazioni spurie alle frequenze elevate, causate da uno spostamento di fase dovuto — a sua volta — ad un alto valore della capacità distribuita e dell'induttanza dispersa.

3) *distorsione armonica e di intermodulazione nello stadio finale.* Essa è dovuta al trasformatore d'uscita quando l'induttanza del primario è troppo bassa, e si determina pertanto, alle frequenze basse, un sovraccarico. Ciò conduce sia alla riduzione dell'impedenza di carico effettiva, che — alle frequenze più basse — alla presenza di un carico parzialmente reattivo. Tali distorsioni possono avere anche una causa totalmente diversa, originandosi da una relazione non lineare tra il flusso e l'intensità del campo magnetico nel nucleo del trasformatore. Queste distorsioni sono sempre presenti, ma si possono ridurre notevolmente facendo in modo che la densità di flusso magnetico permanga al di sotto di un certo limite (normalmente dell'ordine dei 7000 gauss).

4) *distorsione armonica.* Tale distorsione può essere provocata, oltre che da quanto già esposto, da una notevole diminuzione del rendimento complessivo del trasformatore.

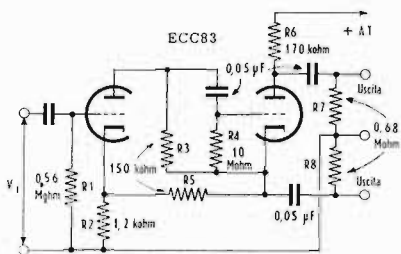



Fig. 8 - Circuito invertitore di fase ad alto guadagno e bassa distorsione, del tipo a reazione mista, ossia positiva e negativa. I due segnali di uscita sono a 180°.

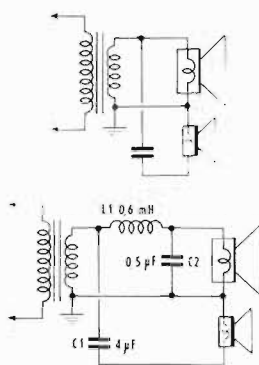



Fig. 9 - Separazione di frequenze acute dalle basse mediante capacità in serie alla bobina mobile.

Fig. 10 - Circuito più complesso e più efficace, con filtro separatore del tipo LC.

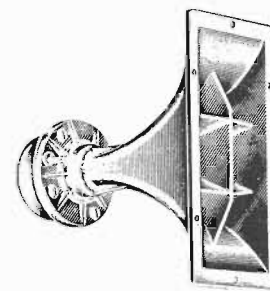



Fig. 11 - Aspetto di un altoparlante a compressione per la riproduzione delle sole note alte (« tweeter »). Si noti la suddivisione della tromba di uscita.

Da queste considerazioni, deriva che un buon trasformatore d'uscita deve presentare le seguenti caratteristiche: elevata induttanza primaria, bassa induttanza dispersa, bassa capacità distribuita, elevato rendimento, densità di flusso magnetico non eccessiva, corretto adattamento di impedenza; di tali caratteristiche, logicamente, si deve tenere debito conto all'atto della progettazione.

Purtroppo, le caratteristiche costruttive atte ad evitare i diversi inconvenienti sono spesso contrastanti tra loro. Una induttanza primaria elevata, ad esempio, implica un considerevole numero di spire: ciò è in contrasto con la necessità di avere resistenza ohmica e capacità distribuita basse. Una densità di flusso magnetico relativamente ridotta comporta la necessità di utilizzare un nucleo di notevole sezione, e aumenta le dimensioni geometriche, con conseguente difficoltà di ottenere una elevata induttanza primaria.

Esponiamo ora alcune particolarità tecniche relative alla costruzione dei trasformatori d'uscita per Alta Fedeltà. L'induttanza dispersa e la capacità propria possono essere ridotte entro limiti tollerabili qualora vengano adottati opportuni accorgimenti nelle esecuzioni degli avvolgimenti. Con tali sistemi, la frequenza di risonanza relativa alla induttanza ed alla capacità suddette, può essere collocata nella gamma delle frequenze elevate. Per una buona curva di risposta dello stadio amplificatore, si richiede che questa frequenza di risonanza raggiunga un valore discretamente alto, in modo da non avere influenza alcuna su quella parte delle frequenze che interessano la gamma acustica.

Il valore dell'induttanza dispersa può essere mantenuto basso prelevando la tensione di controreazione mediante un avvolgimento separato, accoppiato strettamente al primario. Tuttavia, dal momento che il circuito comprendente la bobina mobile dell'altoparlante non risulta, in questo modo, compreso nella catena di controreazione, si è trovato sperimentalmente che i risultati ottenuti non sono interamente soddisfacenti, in quanto il responso dell'amplificatore, alle frequenze più alte, comincia a diminuire prima dei 20.000 hertz. Altri sistemi di realizzazione del trasformatore d'uscita, che hanno dato risultati buoni da qualche punto di vista, ma, complessivamente, inadeguati all'Alta Fedeltà, sono stati provati successivamente, fino a che si è pervenuti alla tecnica, in parte a noi già nota, di suddividere gli avvolgimenti in più parti, ad esempio in dieci parti il primario ed in otto il secondaro. Gli avvolgimenti parziali primari vengono poi disposti in serie tra di loro, mentre quelli secondari si dispongono in parallelo, od in serie-parallelo, a seconda dell'impedenza d'uscita che si desidera avere, che è in relazione alle caratteristiche dell'altoparlante che si impiega. Il supporto dell'avvolgimento è suddiviso in due sezioni identiche: entrambe sostengono metà dell'avvolgimento primario suddiviso, nell'esempio citato, in cinque strati, tra i quali sono interposti quattro strati del secondario. Questa suddivisione degli avvolgimenti permette di avvicinarsi il più possibile alle condizioni ideali, ed inoltre, avendosi un'ampia scelta in fatto di prese sia sul primario che sul secondario, è possibile scegliere con una certa libertà sia l'impedenza d'uscita che il punto del primario al quale possono essere collegate le griglie schermo.

GLI ALTOPARLANTI

Nel corso della lezione precedente ci siamo occupati del modo secondo il quale, ad un unico amplificatore, si possono connettere molti altoparlanti. L'impiego di molti altoparlanti si rende necessario non solo quando si vogliano sonorizzare ampie sale o diversi locali contemporaneamente, ma anche nel caso di complessi per locali di soggiorno, quando si desideri pervenire a risultati di ascolto più attraenti e completi, in altre parole, allorchè si vuole passare da un ascolto mediocre ad un ascolto che tende ai risultati della tecnica della Alta Fedeltà. Tutti i complessi per Alta Fedeltà sono, infatti, provvisti di più di un altoparlante, e ciò non tanto per aumentare la potenza, quanto per migliorare la distribuzione dei suoni e la linearità di responso.

Per comprendere ciò, occorre tener conto che è molto difficile poter riprodurre, con un medesimo altoparlante, tutte le frequenze comprese nella gamma acustica. Infatti, gli altoparlanti atti a riprodurre fedelmente le frequenze alte devono avere un cono piuttosto piccolo, comportando ciò una frequenza di risonanza piuttosto alta; per la riproduzione delle frequenze basse, viceversa, è opportuno usare altoparlanti di dimensioni notevoli. Per questa ragione si preferisce adottare, invece che un solo altoparlante atto a riprodurre con fedeltà tutta la gamma delle audiofrequenze

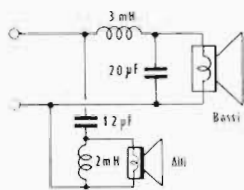



Fig. 12 - Circuito di impiego di un « tweeter », detto « crossover », per altoparlanti in parallelo.

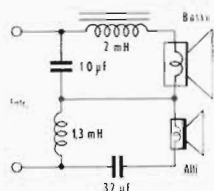



Fig. 13 - Circuito « crossover » analogo al precedente, per altoparlanti in serie.

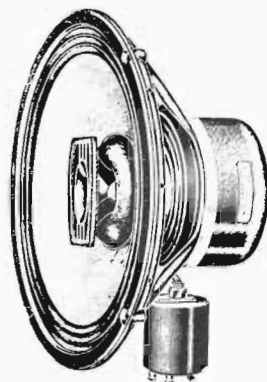



Fig. 14 - Altoparlante bifonico consistente in due unità indipendenti e coassiali.

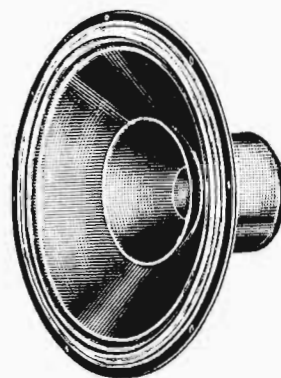



Fig. 15 - Esempio di altoparlante biconico, con una sola bobina e due coni.

— che risulterebbe, per le ragioni esposte, di difficile progettazione e costruzione, e quindi di costo elevato — l'insieme di più altoparlanti, opportunamente disposti. Alcuni di questi, di grandi dimensioni, sono adatti alla riproduzione delle frequenze basse, altri a quella delle frequenze intermedie, ed altri ancora alla riproduzione delle frequenze alte. Naturalmente, occorre che siano presenti opportuni filtri, che provvedono ad inviare ad ogni altoparlante, la parte di segnale che, come gamma di frequenza, gli compete.

Alla **figura 9** è rappresentato un semplice circuito di utilizzazione, costituito da un altoparlante di grandi dimensioni, e da uno di piccole dimensioni. Il condensatore deve avere una capacità dell'ordine di alcuni microfarad (i valori usati in genere sono 2 µF o 4 µF). In tal modo, le frequenze basse non riescono a passare nel circuito dell'altoparlante piccolo, mentre vengono riprodotte regolarmente da quello grande. Questo sistema, molto semplice, consente risultati modesti.

Un circuito capace di fornire migliori prestazioni è quello di **figura 10**. Esso è basato sul principio del precedente, ma vengono aggiunti il condensatore C2 e l'impedenza Z1. In questo modo, la distribuzione delle frequenze è più corretta, in quanto i componenti ora citati permettono alle frequenze più elevate di raggiungere l'altoparlante più grosso: si ha quindi una più netta separazione dei compiti tra i due altoparlanti.

Nei complessi ad Alta Fedeltà, come unità riproduttrice delle frequenze alte, agli altoparlanti a cono sono spesso preferiti altoparlanti del tipo a compressione, muniti di diffusore a tromba, noti col termine americano di **tweeter**. La tromba di diffusione non è del tipo circolare, ma rettangolare, e si presenta suddivisa in diverse cellule, come si vede alla **figura 11**. Per la riproduzione delle frequenze basse si usano sempre altoparlanti a cono, di grande diametro, costruiti con materiali di qualità tale da permettere una perfetta riproduzione delle onde sonore molto lunghe. Essi vengono detti, secondo il termine americano, **woofer**.

I circuiti di figura 9 e 10 per ottenere la divisione del segnale, pur essendo semplici ed efficienti, non sono i migliori. Si utilizzano, generalmente, nei complessi di alta qualità, particolari divisori di frequenza, detti **crossover**. Tali circuiti consentono una selettività massima, per cui al « woofer » pervengono solo le frequenze al di sotto di una certa frequenza centrale, solitamente scelta tra 500 ed 800 Hz, ed al « tweeter » solo le frequenze superiori a quelle centrali. Due circuiti di questo tipo sono indicati alle **figure 12** e **13**. Nel primo caso si tratta di un divisore « crossover » adatto per altoparlanti in parallelo, e nel secondo caso di divisore per altoparlanti in serie. In entrambi i casi, la divisione di frequenza viene ottenuta mediante un'induttanza in parallelo ed un condensatore in serie nel caso del « tweeter », e mediante un'induttanza in serie ed una capacità in parallelo nel caso del « woofer ».

Altoparlanti multipli

Un altoparlante per frequenze basse riproduce con linearità frequenze comprese tra 30 - 40 Hz e circa 5 kHz, mentre un altoparlante di tipo medio, per esempio usato nei radioricevitori, può riprodurre, da solo, le frequenze comprese tra 60 Hz e 12 kHz. Naturalmente, i limiti citati non sono assoluti, e variano — in più o in meno — da tipo a tipo.

Si è tentato, per molto tempo senza successo, di estendere la risposta degli altoparlanti in modo da poter coprire, con uno solo, tutta la gamma acustica. La soluzione è stata trovata solo usando altoparlanti multipli. Essi possono essere di due tipi fondamentali: gli altoparlanti a più unità separate, e quelli a più coni.

Al primo genere appartengono gli altoparlanti bifonici e trifonici, costituiti in realtà da due o tre elementi, totalmente indipendenti l'uno dell'altro, ma montati coassialmente (**figura 14**). Ogni cono ha una sua bobina mobile, e le sue dimensioni sono studiate per una determinata gamma di frequenze. In tal modo si riuniscono in un solo cestello due o tre altoparlanti. Naturalmente, occorre che tra le varie bobine mobili siano presenti opportuni filtri divisori di frequenza, che inviino a ciascuna di esse il segnale adeguato.

Gli altoparlanti a più coni sono invece — in linea di massima — più semplici e meno costosi, pur potendo raggiungere egualmente prestazioni abbastanza buone. Essi sono costituiti da una sola bobina mobile, solidale con i diversi coni, coassiali. Solitamente, è presente un cono di grandi dimensioni, fissato nel suo diametro esterno al bordo metallico del cestello, per la riproduzione delle frequenze medie e basse. Al centro, solidale con esso, è presente un piccolo cono (**figura 15**) che, sia per le dimensioni ridotte, sia perchè ha il bor-

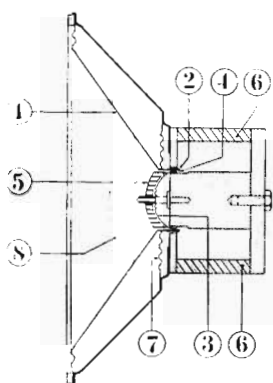



Fig. 16 - Sezione di altoparlante bifonico. 1 = Cono per note basse; 2 = bobina mobile del cono maggiore; 3 = diaframma per frequenze elevate; 4 = bobina mobile del diaframma; 5 = lente acustica divergente; 6 = magnete ad anello; 7 = centratore della bobina 2; 8 = filtro antipolvere.

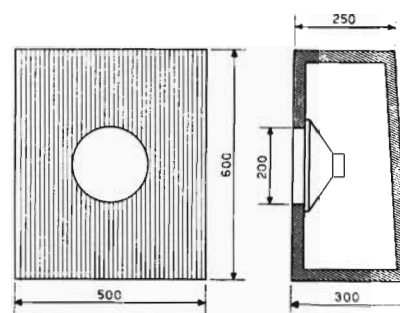



Fig. 17 - Esempio di cassa acustica chiusa per altoparlante. L'energia sonora proveniente dal retro dell'altoparlante viene neutralizzata.

do esterno libero, sia per il materiale di cui è costituito si presta particolarmente per la riproduzione delle frequenze elevate. Con tali altoparlanti si possono ottenere responsi lineari tra 40 Hz e 20 kHz. Una realizzazione molto più elaborata si basa sulla presenza di due distinti coni (uno per le frequenze alte ed uno per le frequenze basse) con relative bobine mobili collocate, coassialmente, nello stesso traferro (**figura 16**): in questo caso, è necessario un filtro divisore delle frequenze, ma la soluzione è certamente delle migliori.

Gli altoparlanti bifonici del primo tipo sono adottati in virtù della semplicità della loro utilizzazione, poichè non richiedono alcun dispositivo di filtro. Il collocamento di un diffusore bifonico è semplice, poichè tutte le frequenze provengono da un'unica direzione, e, dato ciò, non occorre risolvere alcun complesso problema di acustica ambientale.

La diffusione sonora

Come abbiamo visto nella lezione dedicata all'acustica, le onde sonore sono costituite da compressioni e rarefazioni dell'aria. Le compressioni costituiscono le semionde positive, e le rarefazioni le semionde negative. Come è facile intuire, l'altoparlante diffonde contemporaneamente una semionda positiva ad una negativa, una antèriormente al cono e l'altra posteriormente. Poichè queste due onde sono in opposizione di fase, occorre che lo spazio antistante al cono sia separato, a mezzo di una parete rigida, non elastica (schermo piano), da quello retrostante, onde evitare che le due semionde si annullino, parzialmente, a vicenda. Nei normali apparecchi radio è lo stesso mobile che funziona da schermo. Poichè esso è di solito aperto poriormente, si dice che costituisce una « cassa acustica aperta ». Questo sistema presenta il vantaggio di necessitare di minori dimensioni, rispetto allo schermo piano; tuttavia, presenta l'inconveniente che la cassa acustica ha una propria frequenza di risonanza, alla quale le frequenze corrispondenti producono un caratteristico « rimbombo ». Inoltre, le dimensioni della cassa, essendo limitate, non consentono una perfetta riproduzione delle frequenze più basse; l'apertura posteriore non permette un sufficiente smorzamento della massa d'aria, e quindi del cono dell'altoparlante, che ha tendenza ad oscillare in presenza di transitori.

Una soluzione più adeguata ai complessi per Alta Fedeltà consiste nell'impiego di casse acustiche chiuse, al cui interno è disposto un materiale che assorbe le onde sonore generate dal retro del cono. Si ottiene una diffusione delle sole note prodotte dal lato anteriore, evitandosi l'effetto di annullamento citato in precedenza. Alla **figura 17** è riprodotto l'esempio di una cassa acustica completamente chiusa, per altoparlante da 20 cm di diametro.

Il sistema « bass reflex »

La perfetta riproduzione delle note basse è limitata, per quanto riguarda l'altoparlante, dalle dimensioni del cono. E' possibile migliorare il responso alle note basse mediante l'impiego di particolari casse acustiche, dette **bass reflex** (riflessione dei bassi).

Tali casse acustiche, di cui alla lezione che segue diamo alcuni esempi di realizzazione pratica, sono — in linea di massima — analoghe a quelle citate nel paragrafo precedente. L'unica differenza consiste nel fatto che esse, invece di essere completamente chiuse, sono provviste, nella parete frontale, di una apertura di dimensioni opportune, spesso a forma rettangolare. Le cassette « bass reflex », invece di assorbire — nel loro interno — tutte le onde sonore emesse dalla parte posteriore del cono, provvedono a riflettere le frequenze più basse, e le emettono, attraverso l'apertura frontale, *in fase* con quelle emesse dalla parte anteriore del cono. Le frequenze alte e medie vengono invece assorbite.

Il risultato complessivo è un rinforzo delle frequenze basse, come se si fosse usato, con una cassa acustica chiusa, un altoparlante di maggiore diametro. L'ampiezza e la fase dell'onda secondaria, rispetto all'onda principale, dipendono dal volume e dalle dimensioni generali della cassa, dal tipo dell'altoparlante, dalla disposizione e dalle dimensioni dell'apertura frontale. E' per questa ragione che le casse « bass reflex » devono essere progettate con cura, e devono essere adeguate all'altoparlante impiegato. E' utile si possa variare l'area dell'apertura frontale, si da poter accordare la cassa all'altoparlante. A tale scopo, si pratica un'apertura di dimensioni superiori a quelle previste, dotata di una chiusura variabile: determinata la posizione della chiusura, la si fissa solidamente.

COSTRUZIONE di un AMPLIFICATORE D'ALTA FEDELTA'

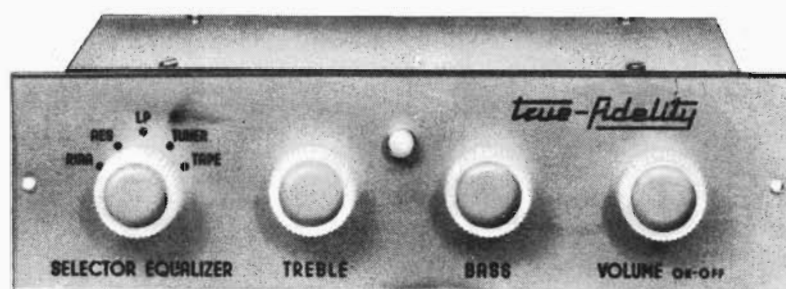



Fig. 1 - Aspetto del preamplificatore interamente montato, e visto dal davanti. Si noti la razionale disposizione dei diversi controlli (tono e volume), e del selettore di ingresso. Gli attacchi per l'ingresso dei segnali sono installati sul retro.

Dopo aver esaminato a fondo i principi che governano l'amplificatore a Bassa Frequenza, ed in particolare quelli che contraddistinguono un amplificatore comune da un vero e proprio amplificatore ad Alta Fedeltà, possiamo suggerire la costruzione del complesso che qui descriviamo. Le sue caratteristiche sono tali da consentire la riproduzione indistorta dell'intera gamma delle frequenze acustiche, e possono essere così riassunte:

Potenza massima di uscita: 10 W
Distorsione massima a piena potenza <1%
Responso lineare da 20 a 20.000 Hz
+2,5 ÷ —1.5 dB
Selettore d'ingresso a cinque posizioni
Controllo responso note alte
Controllo responso note basse
Controllo volume
Tre regolatori di ampiezza separati per i canali di ingresso Fono, Sintonizzatore e Registratore.
Valvole impiegate: una 12AU7, una 12Ax7, due 6BQ5 ed una 6Ax5, sostituibili rispettivamente con una ECC82, una ECC83, due EL84 ed una EZ80 (equivalenti).

L'unità è costituita da due telai: il più piccolo contiene esclusivamente il preamplificatore, consistente nella valvola 12AU7 e nei circuiti ad essa associati; il più grande contiene invece l'amplificatore di potenza e l'alimentatore.

Per maggior chiarezza, la descrizione del montaggio è stata suddivisa in due parti, relative appunto alle due unità: ultimata la descrizione delle operazioni di montaggio elettrico e meccanico, viene descritta la procedura per il collaudo di entrambe le sezioni, contemporaneamente.

Prima di iniziare la descrizione, richiamiamo l'attenzione del lettore su quanto già detto a proposito dell'amplificatore ad Alta Fedeltà in genere. Si rammenti che buona parte del risultato dipende esclusivamente dalla cura con la quale è stata effettuata la costruzione. Si proceda dunque con la massima attenzione, verificando ogni componente prima di installarlo. Ciò — come ben sappiamo — eviterà una laboriosa ricerca della causa degli inconvenienti che possono eventualmente manifestarsi in seguito ad un montaggio affrettato ed irrazionale.

Iª PARTE — IL PREAMPLIFICATORE

La **figura 1** illustra l'aspetto del preamplificatore interamente montato, visto anteriormente. E' evidente la razionale disposizione dei comandi, e la caratteristica forma che consente il montaggio in qualsiasi mobile.

DESCRIZIONE del CIRCUITO

La **figura 2** illustra il circuito elettrico completo. Come è facile osservare, il selettore di ingresso — costituito da un commutatore multiplo a tre settori ed a cinque posizioni — permette di predisporre il circuito di ingresso per la riproduzione di dischi registrati con la nota curva R.I.A.A., oppure con la curva A.E.S., oppure per la riproduzione di dischi microsolco. In tutte e tre queste posizioni, il circuito di ingresso fa capo alla presa contrassegnata « pick-up ». Nelle altre due posizioni, invece, il circuito di ingresso fa capo alla presa di collegamento del sintonizzatore,

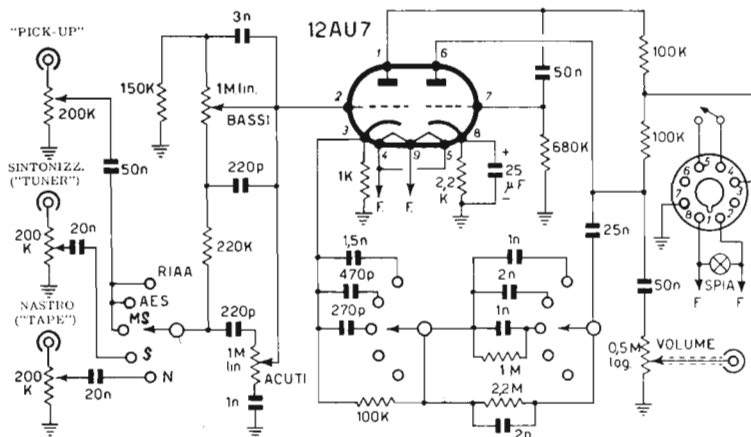



Fig. 2 - Circuito elettrico del preamplificatore SM/4413. Ai tre ingressi è possibile collegare cinque diversi tipi di segnale, a seconda della posizione del selettore. Questo comando varia anche i componenti del circuito di controreazione. Viene alimentato dall'amplificatore di potenza, tramite un cavo multiplo inseribile nello apposito zoccolo « octal ». Per il segnale è previsto un cavo di uscita separato.

o a quella riservata al collegamento con un registratore a nastro.

Qualunque sia la posizione scelta, i commutatori del selettore, solidali tra loro, predispongono la curva generale di responso e la rendono complementare a quella della sorgente diretta o indiretta di segnale, col risultato di un responso effettivamente lineare.

Immediatamente dopo aver superato la selezione di ingresso, il segnale entrante passa attraverso un circuito di controllo del tono, costituito da due potenziometri a variazione lineare, da 1 Mohm, disposti in un circuito ormai noto al lettore.

Il segnale viene inviato sulla griglia della prima sezione della valvola 12AU7, e, dopo questa prima amplificazione, passa sulla griglia della seconda sezione. Infine, viene prelevato sulla placca di questa seconda sezione, tramite un potenziometro logaritmico, da 0,5 Mohm, che costituisce il controllo di volume.

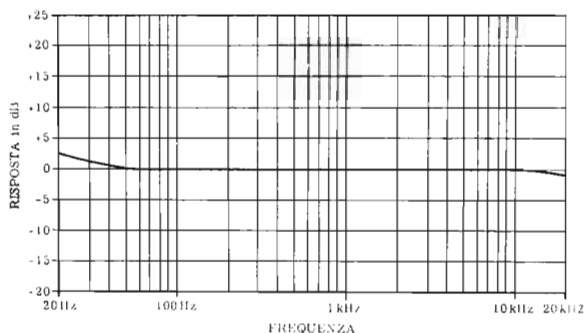



Fig. 3 - Curva di responso alla frequenza, del preamplificatore. La linearità sussiste tra 20 hertz e 20.000 hertz.

Tra la placca del secondo triodo della 12AU7, ed il catodo del primo, è presente una rete relativamente complessa di controreazione, i cui componenti sono commutabili mediante la rotazione del selettore di ingresso. I valori delle resistenze e dei condensatori che la compongono sono stati calcolati appunto per ottenere le curve di responso così come indicato sul pannello, in corrispondenza della manopola relativa. Considerando l'influenza del doppio controllo di tono, appare evidente come, grazie alla presenza di tali controlli, sia possibile ottenere una curva generale di responso conforme ai gusti dell'ascoltatore. Allorchè i due controlli di tono sono in posizione centrale, (ossia in posizione tale da assicurare un'amplificazione uniforme di tutte le frequenze), gli equalizzatori di ingresso ed i componenti la rete di controreazione provvedono automaticamente a predisporre la curva di responso affinchè l'uscita sia lineare tra 20 e 20.000 hertz.

Le diverse tensioni di alimentazione, sia per le placche che per il filamento e la lampada spia, provengono dall'amplificatore di potenza. E' previsto a tale scopò uno zoccolo « octal », al quale viene collegato lo spinotto del cavo multiplo che provvede al trasferimento delle tensioni suddette. Ad evitare la presenza di rumore di fondo, il segnale viene, invece, inviato all'amplificatore attraverso un cavo schermato separato, tramite uno zoccolo apposito.

La **figura 3** illustra la curva di responso, che, come si nota, si allontana dal tratto lineare di + 2,5 dB all'estremità inferiore della gamma, e di — 1,5 dB alla estremità superiore.

Il MONTAGGIO MECCANICO

Non abbiamo molto da aggiungere a quanto detto in precedenza a proposito della costruzione di altre apparecchiature descritte. Tuttavia, data la delicatezza del circuito in rapporto all'alta qualità che in questo caso deve caratterizzare il funzionamento, si raccomanda di seguire scrupolosamente la disposizione dei componenti illustrata alle **figure 4**, **5** e **6**. Le prime due rappresentano il telaio del preamplificatore, visto dal lato posteriore del pannello di comando (figura 4), ed in pianta (figura 5). La figura 6 illustra invece l'intero telaio, aperto per maggior chiarezza.

Non è difficile osservare la disposizione dei vari comandi (potenziometri), del commutatore (selettore di ingresso), dei cavi di allacciamento all'amplificatore di potenza, e dello zoccolo portavalvola.

Ad evitare intermittenze nel funzionamento, è bene stringere a fondo tutte le viti che fissano i componenti meccanici. Le linee longitudinali tratteggiate nella figura 6 indicano gli spigoli lungo i quali sono ripiegate le due fiancate del telaietto che supporta il preamplificatore.

Come si nota, la valvola 12AU7, racchiusa in uno schermo metallico che la protegge de eventuali campi esterni, è montata orizzontalmente, in direzione parallela alla lunghezza del telaio.

Il pannello di comando è indipendente dal telaio

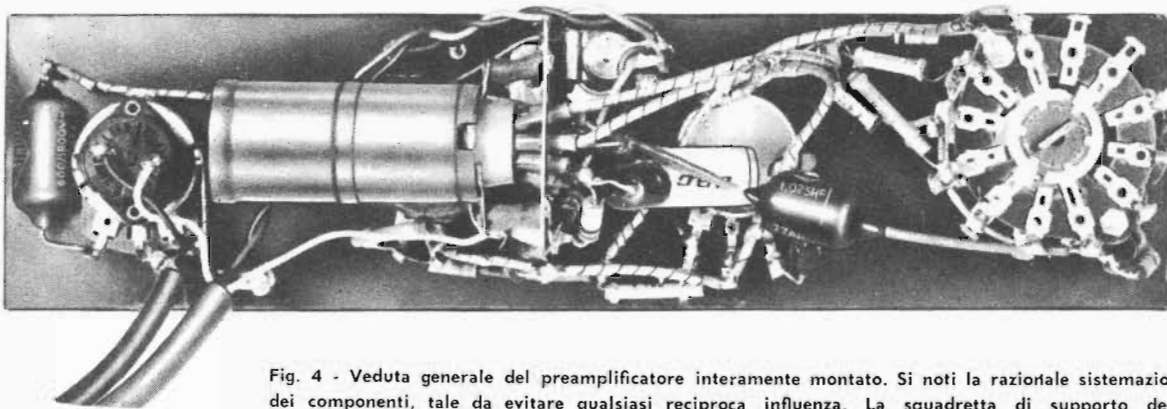



Fig. 4 - Veduta generale del preamplificatore interamente montato. Si noti la razionale sistemazione dei componenti, tale da evitare qualsiasi reciproca influenza. La squadretta di supporto della valvola 12AU7 è perpendicolare al piano del telaio.

vero e proprio, e viene a questo fissato mediante i dadi dei potenziometri. A tale riguardo, precisiamo che detti potenziometri vanno fissati al pannello di bachelite con un solo dado, mentre il secondo viene usato in seguito per il fissaggio al telaio.

Il selettore viene fornito già parzialmente montato. E' opportuno maneggiarlo con molta cura, onde evitare la rottura di qualche terminale dei componenti ad esso fissati. Per facilitarne il montaggio, uno dei terminali, e precisamente quello colorato in giallo, deve essere rivolto verso il basso.

Una volta fissati tutti gli zoccoli, i potenziometri, il selettore, e la squadretta che supporta la valvola, si può iniziare il montaggio elettrico.

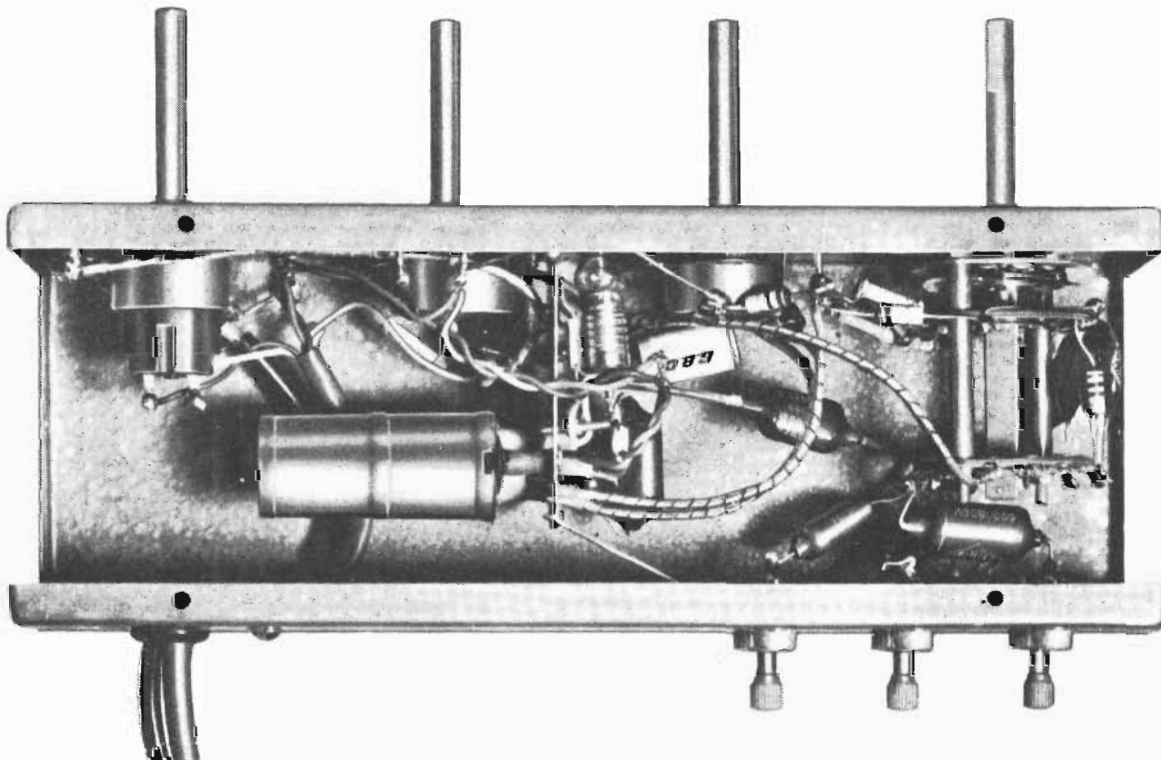



Fig. 5 - Vista in pianta del preamplificatore montato. Sono riconoscibili i componenti, il che facilita notevolmente il montaggio.

IL MONTAGGIO ELETTRICO

Osservando la già citata figura 6, come pure le due figure precedenti, si può notare con la massima esattezza la posizione dei diversi componenti dei circuiti elettrici. Tale posizione deve essere osservata con cura, al fine di evitare discordanze tra le caratteristiche riscontrate e quelle dichiarate. Si tenga sempre presente che, trattandosi di Alta Fedeltà, e non di comune amplificazione di Bassa Frequenza, qualsiasi particolare apparentemente trascurabile può compromettere il risultato finale.

Tutti i collegamenti interamente tratteggiati nella figura 6 devono essere schermati mediante applicazione di una calza metallica esterna, collegata a massa in un punto solo. Il collegamento di massa deve essere eseguito con un conduttore rigido (rame stagnato del diametro di due millimetri): ad esso fanno capo tutti i collegamenti secondari di massa. Ciò, come abbiamo visto in altra occasione, contribuisce ad evitare una delle più comuni cause di rumore di fondo. Si tenga presente che questo è un particolare della massima importanza, in quanto, trattandosi del primo stadio, qualsiasi segnale spurio presente contemporaneamente al segnale utile in uscita, dovrà subire l'ulteriore amplificazione da parte dell'amplificatore di potenza, a tutto danno del risultato finale.

Nell'applicazione dei collegamenti allo zoccolo della valvola 12AU7, si noti che la basetta relativa è rappresentata due volte nella figura 6, e precisamente in

Fig. 6 - Disegno costruttivo del preamplificatore. Per maggior chiarezza, il telaio è stato rappresentato aperto. Le due fiancate sono piegate in corrispondenza delle linee longitudinali tratteggiate. Si notino a lato lo zoccolo « octal » per il collegamento del cavo di alimentazione, ed il cavetto separato per l'inoltre del segnale di uscita all'amplificatore di potenza.

costa sulla zona che illustra posteriormente il pannello di comando, ed in pianta nella zona centrale. Si possono notare i terminali contrassegnati A, B e C, i cui collegamenti corrispondono a quelli recanti i medesimi contrassegni nel disegno centrale.

Dopo aver fissato il cavo multiplo che porta le tensioni di alimentazione, ed il cavetto che porta il segnale all'amplificatore, si può installare il pannello di bachelite nel telaietto, e procedere col montaggio della seconda unità.

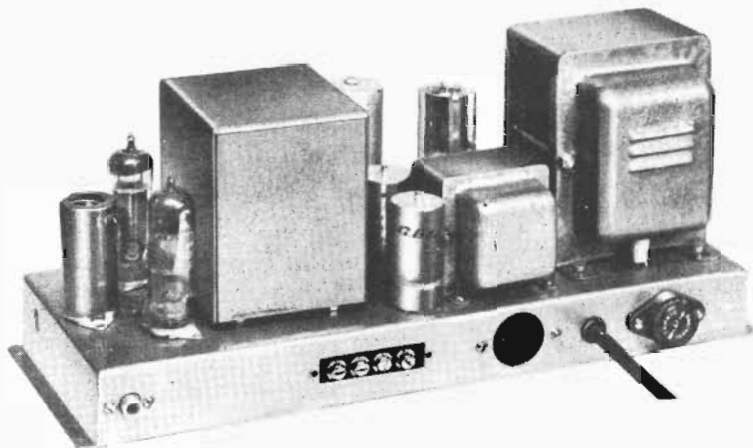



Fig. 7 - Aspetto dell'amplificatore di potenza SM/4412, interamente montato. Il trasformatore e l'impedenza di filtro sono montati con nuclei paralleli; entrambi sono perpendicolari rispetto al nucleo del trasformatore di uscita, onde evitare accoppiamenti. Sono previsti due attacchi applicati al telaio, di cui uno per il collegamento del cavo di alimentazione del preamplificatore, ed uno per l'ingresso del segnale con cavo schermato.

La **figura 7** illustra l'apparecchio nel suo aspetto a montaggio ultimato. La disposizione del trasformatore di alimentazione e dell'impedenza, rispetto a quella del trasformatore di uscita, è tale da evitare qualsiasi pericolo di accoppiamento induttivo. Tali componenti sono inoltre interamente schermati, il che evita la presenza dannosa di flussi dispersi.

DESCRIZIONE del CIRCUITO

Osservando il circuito elettrico, illustrato in **figura 8**, è facile seguire il percorso del segnale. Dal morsetto di ingresso, al quale viene collegata l'uscita del segnale del preamplificatore, esso passa sulla griglia della prima sezione della valvola 12AX7. Dalla placca di quest'ultima prosegue per la griglia della seconda sezione. Mentre il primo triodo agisce semplicemente da amplificatore di tensione, il secondo agisce sia da stadio pilota che da invertitore di fase. Il segnale viene, infatti, prelevato sia sulla placca che sul catodo. Per questo motivo, la resistenza di carico dello stadio invertitore è costituita da due resistenze di eguale valore, ossia di 39 kohm ($\pm$ 1%), di cui una in serie alla placca ed una in serie al catodo. Ovviamente, dato il potenziale fortemente positivo che detto catodo viene ad assumere rispetto a massa, la griglia del medesimo triodo è stata polarizzata con un potenziale leggermente più negativo, ma anch'esso positivo rispetto a massa. In tal modo tra griglia e catodo sussiste la necessaria polarizzazione.

I due segnali, sfasati tra loro di 180°, passano sulle griglie delle valvole finali, attraverso due condensatori da 0,1 µF, tali cioè da assicurare la minima reattanza alle note basse. Il trasformatore di uscita è del tipo ultralineare, già noto al lettore. La parte in comune dell'avvolgimento primario tra i circuiti di placca e quelli di schermo, è stata calcolata in modo tale da consentire la massima potenza con la minima distorsione.

Il secondario di detto trasformatore di uscita è provvisto di due prese intermedie, mediante le quali è possibile ottenere varie combinazioni di impedenza di uscita. Tra la presa ad 8 ohm rispetto a massa, ed il catodo del triodo di ingresso, è stato inserito il circuito di controreazione, in serie al quale trovasi una resistenza da 47 kohm. Si ottiene in tal modo la retrocessione di una parte del segnale, tale da stabilizzare notevolmente il funzionamento dell'amplificatore, senza tuttavia comprometterne eccessivamente la potenza di uscita. Quest'ultima infatti, che ammonta a 10 watt indistorti, è più che sufficiente per l'ascolto con due ed anche quattro altoparlanti, anche in un locale di dimensioni notevoli.

Il circuito di alimentazione è del tutto convenzionale. Il filtraggio avviene ad opera di una cellula *LC* con due capacità da 50 µF, seguita da due cellule *RC* di disaccoppiamento anodico per separare l'alimentazione della 12AX7 e quella del preamplificatore da quella dello stadio finale, dove le variazioni di corrente sono molto più notevoli.

La polarizzazione delle valvole finali è del tipo catodico, ed il condensatore elettrolitico da 100 µF assicura una buona stabilità della tensione di polarizzazione di griglia.

La **figura 9** illustra la curva di responso, ed è, come si vede, lineare da 20 a 20.000 hertz.

IL MONTAGGIO MECCANICO

Anche questa unità non offre particolari difficoltà di allestimento. Con l'aiuto della figura 7 già citata, e delle **figure 10** e **11**, il lettore non stenterà a riconoscere i diversi componenti da fissare al telaio, sempre rispettandone l'orientamento.

E' importante fissare il trasformatore di uscita in modo che il suo nucleo sia perpendicolare a quello del trasformatore d'alimentazione e dell'impedenza di filtro. Per assicurare ciò, è sufficiente osservare alla figura 8 i collegamenti facenti capo alla basetta di uscita (collegamento bobina mobile) ed al cambio-tensioni. Facendo uscire detti terminali dai medesimi fori presenti sul telaio, l'orientamento resta automaticamente assicurato.

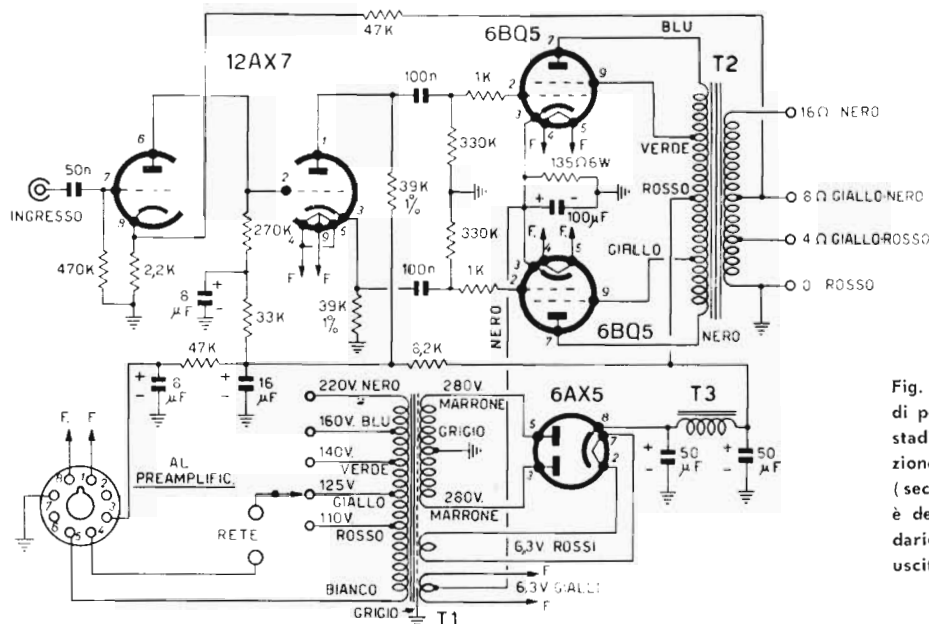



Fig. 8 - Circuito elettrico dell'amplificatore di potenza. Il doppio triodo 12AX7 funge da stadio amplificatore di tensione (prima sezione), e da stadio pilota-invertitore di fase (seconda sezione). Il trasformatore di uscita è del tipo ultralineare, e fornisce, al secondario, tre diversi valori di impedenza di uscita.

Una volta fissati i componenti più ingombranti e pesanti, è senz'altro possibile iniziare il montaggio elettrico. Si rammenti che, ad evitare in seguito la laboriosa ricerca di eventuali inconvenienti, specie di rumori di fondo e vibrazioni, è bene stringere a fondo tutte le viti, assicurando così sia un montaggio rigido, sia un buon collegamento a massa degli schermi metallici.

IL MONTAGGIO ELETTRICO

Anche in questo caso, le figure 10 e 11, oltre naturalmente allo schema di figura 8, sono di valido aiuto per determinare la posizione dei diversi componenti, ed il percorso dei collegamenti.

Si inizierà — come di consueto — con il collegamento di massa, indi con quelli della sezione di alimentazione (rettificazione, cambio-tensioni, filamenti, impedenza, ecc), dopo di che si potrà proseguire nel-

Fig. 9 - Curva di responso alla frequenza dell'amplificatore. Come si nota, è lineare da 20 hertz a 20.000 hertz.

l'ordine preferito. E' essenziale che venga rispettato nel modo più assoluto l'ordine dei componenti illustrato nelle figure. Sappiamo infatti che nulla vale più di un montaggio ordinato, per rintracciare ed eliminare la fonte di eventuali inconvenienti riscontrati in fase di collaudo, o di eventuali guasti dopo un certo periodo di uso.

Nella figura 8 si nota una basetta centrale di ancoraggio a 9 posti, alla quale fanno capo diversi collegamenti. Due degli ancoraggi, e precisamente il primo e l'ultimo, sono collegati direttamente a massa. Verso la parte sinistra della figura, si nota, invece, un terminale multiplo a stella, connesso a massa, al quale fanno capo le masse del trasformatore di alimentazione del preamplificatore, e degli elettrolitici di filtro da 50 μF.

Come si nota, non sussiste alcun pericolo di commettere errori. E' quindi sufficiente una certa attenzione, ed una certa abilità (ormai certamente conseguita) nell'effettuare le saldature, per assicurare il completo successo.

COLLAUDO e MESSA a PUNTO

Una volta terminato il montaggio meccanico ed elettrico di entrambe le unità, si può procedere al collaudo ed alla messa a punto. Si provveda innanzitutto al consueto controllo, ripetuto anche più volte, sulla base dei circuiti elettrici e delle figure del montaggio. E' indispensabile assicurarsi a priori che nessun collegamento sia stato dimenticato, che la polarità dei condensatori elettrolitici si stata rispettata, che non esistano inversioni di collegamento ai piedini delle valvole, ed infine che non esistano gocce di stagno o terminali dei collegamenti che provichino cortocircuiti in punti pericolosi.

A valvole disinserite e ad apparecchio spento, si controlli che il percorso dell'alta tensione non sia in corto circuito (tra i terminali + degli elettrolitici e la massa). Indi, senza inserire la raddrizzatrice, dopo aver inserito le altre valvole, si controlli che i rispettivi catodi diventino regolarmente incandescenti qualche secondo dopo l'accensione. Se tutto è regolare, si può spegnere l'apparecchio, mettere al suo posto la valvola radrizzatrice, collegare in uscita un altoparlante adatto alla potenza dell'apparecchio o un carico ohmico equivalente, e, dopo aver messo a zero il controllo di volume, riaccendere l'apparecchio.

Precisiamo che l'applicazione dell'altoparlante alla uscita, o di un carico equivalente, è indispensabile, in

Fig. 10 - Disegno costruttivo del telaio, interamente montato, visto dal di sotto. E' possibile riconoscere tutti i componenti, la cui disposizione deve essere osservata. Sono indicati i colori della maggior parte dei collegamenti isolati, il che consente di seguire il circuito con la massima facilità, sia agli effetti dei necessari controlli, che in caso di necessità di riparazione. Per mantenere l'esatto orientamento dei trasformatori e dell'impedenza di filtro, è sufficiente che i relativi terminali escano dai fori appositamente previsti, nei colori indicati in figura. Si noti la basetta di ancoraggio a nove posti, nella quale i due contatti laterali sono connessi direttamente a massa. In basso, è visibile la morsettiera di uscita, alla quale fanno capo i quattro terminali del secondario del trasformatore ultralineare. A sinistra, è visibile anche un terminale di massa, del tipo a stella. Si osservi anche l'orientamento degli zoccoli portavalvola, che deve essere rispettato. E' opportuno notare il percorso dei collegamenti recanti corrente alternata, i quali, intrecciati tra loro per neutralizzare il campo magnetico, seguono un percorso tale da evitare l'introduzione di rumore di fondo.

quanto la presenza di un segnale alle griglie dello stadio finale, senza alcun carico al secondario del trasformatore, potrebbe danneggiare gravemente le due valvole finali e lo stesso trasformatore.

La tabella che riportiamo elenca le tensioni misurate ai piedini delle diverse valvole, con uno strumento avente una sensibilità di 20.000 ohm/volt. Tali tensioni possono variare del 10% in più o in meno, sia a causa delle variazioni inevitabili della tensione di rete, sia per la tolleranza delle resistenze (ad eccezione di quelle tarate all'1%), e dello strumento stesso.

Comunque, discordanze superiori al 20% sono certamente dovute ad avaria di qualche componente, o a qualche errore di collegamento. In tal caso è bene disinserire immediatamente la tensione di rete, e procedere di nuovo ad un accurato controllo del circuito.

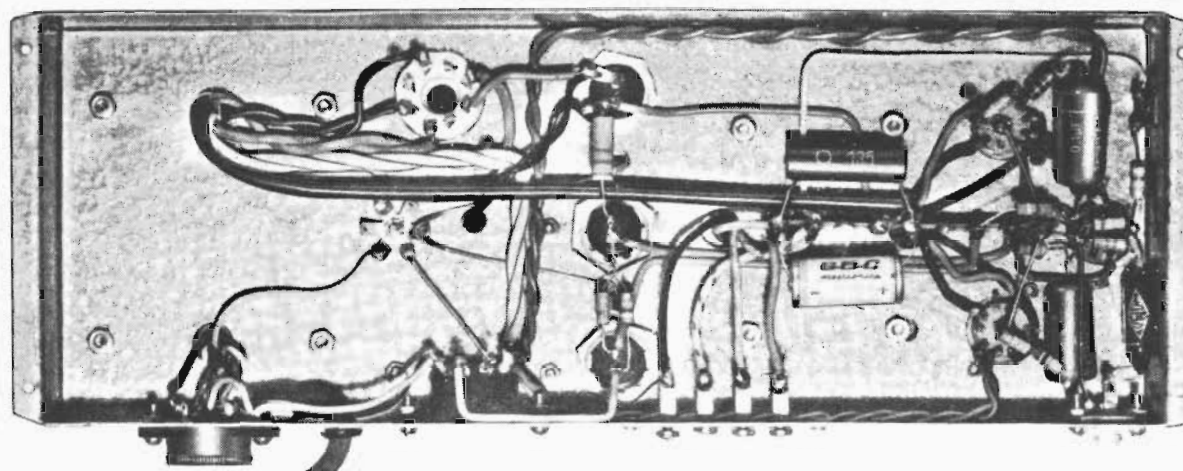



Fig. 11 - Aspetto dello amplificatore interamente montato, visto dal di sotto. Anche qui sono riconoscibili i diversi componenti

Non ci dilunghiamo ulteriormente sulla procedura di collaudo, in quanto riteniamo che — a questo punto — il lettore sia sufficientemente edotto. Ultimata la verifica delle tensioni, una prima prova di funzionamento può consistere nel ruotare il controllo di volume per ⅓ della sua corsa, e nel toccare con un cacciavite il cursore del medesimo potenziometro. Si deve udire distintamente un forte ronzio emesso dall'altoparlante, o, nel caso che esso sia stato sostituito da un carico equivalente, si deve poter misurare ai capi di detto carico una tensione alternata di qualche volt.

le nozioni aquisite, e di sperimentare direttamente altre eventuali idee che il lavoro stesso gli potrà suggerire.

Ultimato il collaudo, l'apparecchio potrà essere inserito nel suo involucro. A questo punto, sarà sufficiente collegare ad uno degli ingressi l'uscita di un riproduttore fonografico, o di un registratore a nastro, o ancora di un sintonizzatore, per udire in uscita una riproduzione di gran lunga migliore di quella riscontrata con i comuni apparecchi radio o radiogrammofoni. Particolare soddisfazione sarà data dalla possibilità di

Valvole	Piedini								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
12 AU7	35			6,3 ∾		55			6,3 ∾
12 AX7	180			6,3 ∾		95			6,3 ∾
6 BQ5				6,3 ∾	6,3 ∾		300		305
6 BQ5				6,3 ∾	6,3 ∾		300		305
6 AX5		6,3 ∾	280 ∾		280 ∾		6,3 ∾	320	
Connettore	6,3 ∾		150	Rete a c a			massa	6,3 ∾	

Tabella delle tensioni, rilevate in corrispondenza dei piedini degli zoccoli portavalvola, con un « tester » avente una sensibilità di 20.000 ohm per volt. I valori dichiarati possono differire del 10% in più o in meno, in considerazione di eventuali variazioni della tensione di rete, nonchè per la eventuale inesattezza sia dello strumento di lettura che del valore delle resistenze, dovuta alla tolleranza ammessa.

Questo apparecchio non necessita — in pratica — di alcuna messa a punto, in quanto i componenti forniti con la scatola di montaggio sono già stati selezionati in modo da garantire le caratteristiche di funzionamento enunciate. Tuttavia, colui che volesse effettuare il controllo di tali caratteristiche, potrà, sulla scorta di quanto costituisce la lezione 113ª, verificare sia la curva di responso, che la potenza di uscita a pieno carico.

Al lettore che — durante lo svolgimento di questo Corso — si sia attrezzato con il generatore di Bassa Frequenza, col voltmetro a valvola e con l'oscillografo a raggi catodici, suggeriamo senz'altro di effettuare tali rilievi. Per quanto — ripetiamo — ciò non sia indispensabile, in quanto il materiale fornito e le parti premontate sono tali da evitare qualsiasi discordanza con le caratteristiche dichiarate, l'operazione risulterà particolarmente utile dal punto di vista didattico. Il costruttore avrà così occasione di mettere in pratica

variare il timbro della riproduzione col doppio controllo di tono

Facciamo comunque presente che, per sfruttare a fondo le caratteristiche di questo amplificatore, sarà bene collegare all'uscita un buon altoparlante, possibilmente montato in un apposito mobile, del tipo che descriviamo nella lezione che segue.

Volendo usare l'amplificatore con un microfono di buona qualità, (e quindi di sensibilità inferiore a quella dei microfoni di tipo corrente), sarà opportuno usare un ulteriore stadio di preamplificazione separato, ed alimentato indipendentemente, tale cioè da fornire un'uscita di qualche diecina di millivolt, che potrà essere collegata alla presa destinata al sintonizzatore, la cui curva di equalizzazione è lineare. Uno stadio di questo tipo è di facile realizzazione: basta infatti consultare la tabella 68, pubblicata a pagina 498. L'equalizzatore di ingresso dipende dal tipo di microfono, e la capacità di uscita deve essere di 20.000 pF.

DOMANDE sulle LEZIONI 115ª e 116ª

N. 1 —
Quale è la massima distorsione ammessa generalmente in un amplificatore ad Alta Fedeltà, perchè possa essere considerato tale ?

N. 2 —
Per quale motivo gli amplificatori ad Alta Fedeltà sono — di solito — di potenza relativamente elevata ?

N. 3 —
Per quale motivo i trasformatori di uscita sono calcolati in modo da dare una impedenza di uscita molto bassa ?

N. 4 —
A cosa servono, in un amplificatore ad Alta Fedeltà, i controlli di tono a registri ?

N. 5 —
Per quale motivo esistono i controlli fisiologici di volume ?

N. 6 —
Quale è la funzione del controllo fisiologico di volume ?

N. 7 —
Cosa si intende correntemente, per trasformatore di uscita del tipo ultralineare ?

N. 8 —
Per il primario di un trasformatore di uscita ultralineare, qual'è la percentuale che può essere considerata massima per ciò che si riferisce alla parte in comune tra il circuito di placca e quello schermo ?

N. 9 —
In quale modo si ottengono, in un trasformatore di uscita, la minima dispersione di flusso e la massima simmetria ?

N. 10 —
Cosa si intende per distorsione di intermodulazione ? Quando si verifica ?

N. 11 —
Per quale motivo i complessi di riproduzione sonora di qualità elevata constano generalmente di altoparlanti di diverse dimensioni, collegati attraverso opportuni filtri alla medesima uscita dell'altoparlante ?

N. 12 —
In quale modo è possibile evitare che le componenti a frequenza molto bassa del segnale di uscita raggiungano la bobina mobile dell'altoparlante destinato alla riproduzione delle sole note acute ?

N. 13 —
Cosa si intende per « tweeter » ?

N. 14 —
Cosa si intende per « woofer » ?

N. 15 —
Nel preamplificatore descritto alla lezione 116ª, tra quali punti è inserito il circuito di controreazione ?

N. 16 —
Per quale motivo tra il preamplificatore e l'amplificatore di potenza, il cavo che porta il segnale non è unito a quelli che portano le tensioni di alimentazione ?

RISPOSTE alle DOMANDE di Pag. 905

N. 1 — L'intensità minima che un suono deve avere per poter essere percepito dall'orecchio umano normale. Corrisponde a 0 dB, ed a 10^{-10} $\mu W/cm^2$.

N. 2 — Il decibel esprime un livello di energia, il phon esprime invece un livello di sensazione.

N. 3 — A misurare il livello di intensità di suoni semplici o complessi, a seconda delle possibilità dello strumento.

N. 4 — La restituzione delle onde sonore da parte di un ostacolo che le intercetta, con un certo angolo: l'angolo di riflessione è eguale a quello di incidenza.

N. 5 — Quando passa da un mezzo di propagazione ad un altro avente diverse caratteristiche fisiche.

N. 6 — Un quindicesimo di secondo.

N. 7 — Il tempo durante il quale il suono emesso dalla sorgente diminuisce di 60 dB di intensità.

N. 8 — I materiali assorbenti tendono ad impedire la riflesione delle onde sonore.

N. 9 — Un generatore di segnali sinusoidali o ad onda quadra, un oscillografo, un voltmetro a valvola, ed un « tester ».

N. 10 — Applicando tra griglia e massa un segnale di ampiezza adeguata alle caratteristiche di funzionamento, ed osservando il segnale di uscita con un oscillografo. Si controllano così, in uscita, le variazioni di forma e di ampiezza del segnale entrante.

N. 11 — Orientandolo in vari sensi, fino ad ottenere la scomparsa del rumore di fondo.

N. 12 — Facendo funzionare l'apparecchio con ingresso in corto - circuito, ed osservando il segnale di uscita di ogni stadio, iniziando dall'ultimo.

N. 13 — Se esiste dispersione, l'oscillografo rivela ronzìo sulla placca e sul catodo, e non sulla griglia.

N. 14 — Verificando che ai capi dei condensatori di fuga non esista alcun segnale, e che tra i due poli di un condensatore di accoppiamento e la massa, il segnale abbia invece un'ampiezza pressochè eguale.

N. 15 — La frequenza dell'onda quadra deve essere pari a un decimo della massima frequenza sinusoidale passante. In altre parole, la frequenza massima che può passare senza attenuazione apprezzabile è pari a dieci volte la massima frequenza dell'onda quadra che appare indistorta all'uscita.

N. 16 — Diminuendo il valore della resistenza di carico dello stadio. Se ciò non è possibile, conviene inserire nel circuito anodico delle componenti induttive (bobine di picco).

N. 17 — Neutralizzando, in uscita, la frequenza fondamentale del segnale entrante, e misurando l'ampiezza del segnale residuo. Il rapporto tra il segnale di uscita globale, ed il segnale di uscita residuo, permette di calcolare la percentuale di distorsione armonica.

N. 18 — Rilevando la curva con i controlli in posizione intermedia (curva lineare), e, successivamente, con le diverse posizioni estreme.

Nella lezione dedicata alla costruzione di amplificatori di Bassa Frequenza, ed in quella relativa all'argomento dell'Alta Fedeltà, abbiamo considerato i principi generali del trasformatore di uscita del tipo detto « ultralineare ». Sappiamo dunque che, collegando le due griglie schermo dei due pentodi finali di uno stadio in « push-pull » a prese intermedie, simmetriche rispetto al centro, del primario del trasformatore di uscita, si ottiene una controreazione che ha il ben noto effetto di estendere la gamma entro la quale il responso alla frequenza è lineare, e di migliorare la forma d'onda del segnale di uscita, correggendo le eventuali alterazioni da esso subìte durante il processo di amplificazione.

Le due tabelle che qui riportiamo sono appunto riferite alla percentuale di distorsione derivante dall'impiego di uno stadio finale in « push-pull », con due tipi di valvole di diversa potenza, impiegate sia nel collegamento a triodo, sia nel collegamento a pentodo, sia con trasformatore di uscita a prese, del tipo citato.

Osservando attentamente dette tabelle, è facile notare l'influenza del collegamento delle griglie schermo alle prese intermedie del primario, nei confronti della potenza e della percentuale di distorsione.

Con due valvole del tipo EL34, adatte per potenze relativamente elevate, è possibile ottenere una distorsione massima dell'1% a 30 watt di uscita, con trasformatore ultralineare, contro il 3,8% alla medesima potenza con circuito convenzionale. Una interessante particolarità è data inoltre dall'impiego di due valvole del tipo EL84 (per potenze di uscita minori che non con le EL34): con esse — infatti — usufruendo di una minima potenza di uscita (ad esempio 5 watt), si ottiene, con trasformatore ultralineare, una distorsione perfino inferiore a quella ottenibile con collegamento a triodo.

TABELLA 90 — PERCENTUALE di DISTORSIONE di DUE VALVOLE EL34 FUNZIONANTI in « PUSH-PULL », a SECONDA del CIRCUITO di IMPIEGO.

Tipo di funzionamento	Condizioni di funzionamento					Distorsione totale in % a			
	V_a (V)	V_{g2} (V)	R_k (Ω)	R_{a-a} (kΩ)	R_{g2} (Ω)	10 W	14 W	20 W	30 W
collegamento a triodo	400	(*)	470 ciascuna valvola	10	(*)	0,5	0,7	—	—
circuito ultralineare, 43 % di avvolgimento primario in comune	400	400	470 ciascuna valvola	6,6	1000 ciascuna valvola	0,6	0,7	0,8	1
collegamento a pentodo	375	375	130 in comune	3,4	470 in comune	1,5	1,9	2,5	3,8

TABELLA 91 — PERCENTUALE di DISTORSIONE di DUE VALVOLE EL84 FUNZIONANTI in « PUSH-PULL », a SECONDA del CIRCUITO di IMPIEGO.

Tipo di funzionamento	Condizioni di funzionamento					Distorsione totale in % a		
	V_a (V)	V_{g2} (V)	R_k (Ω)	R_{a-a} (kΩ)	R_{g2} (Ω)	5 W	10 W	15 W
collegamento a triodo	300	(*)	150 in comune	10	(*)	1	—	—
circuito ultralineare, 20 % di avvolgimento primario in comune	300	300	270 ciascuna valvola	6,6	47 ciascuna valvola	0,8	1,0	1,5
circuito ultralineare, 43 % di avvolgimento in comune	300	300	270 ciascuna valvola	8,0	47 ciascuna valvola	0,7	0,9	—
collegamento a pentodo	300	300	270 ciascuna valvola	8,0	47 ciascuna valvola	1,5	2,0	2,0

CASSE ACUSTICHE per ALTOPARLANTI

Come si è detto nella lezione dedicata all'Alta Fedeltà, per trarre il massimo vantaggio dall'elevata qualità dei segnali disponibili all'uscita di un amplificatore del tipo descritto alla lezione precedente, è necessario utilizzare ottimi altoparlanti, montati con quegli accorgimenti che si richiedono per rendere uniforme la energia erogata: in altre parole, la potenza sonora emessa dall'altoparlante deve seguire quantitativamente e qualitativamente l'andamento dei segnali elettrici ad esso forniti. In caso contrario, le alterazioni introdotte dal mezzo di riproduzione tendono a neutralizzare le prerogative dell'amplificatore impiegato.

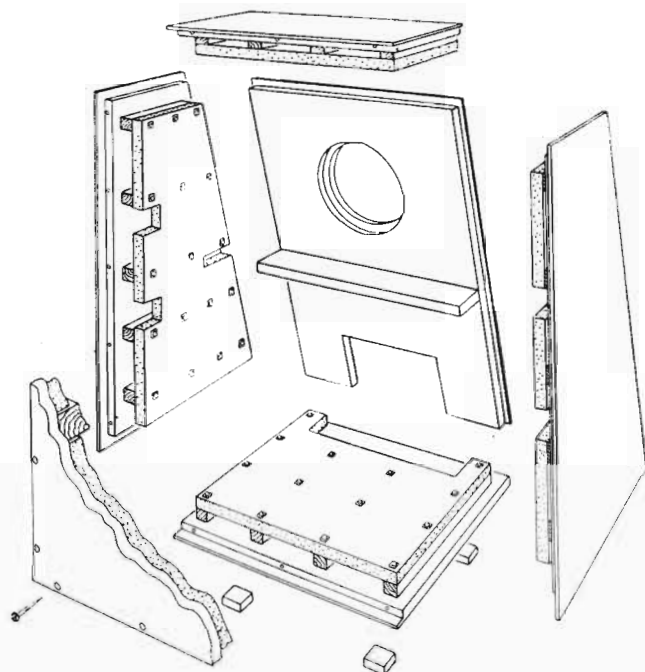



Fig. 1 - Disegno costruttivo di una cassa acustica « bass reflex » del tipo descritto. Si noti la disposizione degli strati di materiale assorbente, che vengono posti ad una certa distanza dalle pareti.

La realizzazione delle casse acustiche per altoparlanti è da tempo oggetto di studi e di ricerche da parte di tecnici ed amatori che seguono attentamente i progressi nel campo dell'Alta Fedeltà. Sono state enunciate complesse formule di calcolo, ed i principi in base ai quali è possibile determinare le caratteristiche dimensionali di queste casse, in relazione a quelle dello altoparlante che si desidera usare. Tuttavia, per semplificare il compito al lettore, evitando calcoli complessi la cui elaborazione richiederebbe un'applicazione notevole, presentiamo alcuni esempi pratici di realizzazione, con dati costruttivi, in modo che chiunque possa effettuare la costruzione, dopo aver fatto la scelta secondo le proprie esigenze.

Si tratta di tre esempi di casse acustiche, adatte alle caratteristiche di altoparlanti la cui potenza nominale è conforme alla necessità di impiego, in unione allo amplificatore citato.

Premettiamo che, per ottenere il miglior risultato, è opportuno seguire scrupolosamente le caratteristiche costruttive, sia per quanto riguarda le dimensioni, sia per quanto riguarda i materiali impiegati. Al fine di evitare qualsiasi vibrazione parassita, che comprometterebbe seriamente il risultato introducendo suoni che nulla hanno a che fare con i segnali provenienti dallo amplificatore, la costruzione deve essere della massima solidità. I diversi pannelli costituenti le pareti devono essere della massima robustezza. Le pareti devono essere di legno compensato, dello spessore di 20 mm: il fissaggio avviene mediante incollatura, ed è completato da viti mordenti.

Il materiale assorbente, disposto parallelamente alle pareti interne, deve essere applicato nel modo indicato, poichè, variandone la posizione, lo spessore o il sistema di fissaggio, verrebbe variata anche la frequenza caratteristica di risonanza della cassa, a tutto danno del risultato finale.

In tutti gli esempi descritti sono state abbinate le unità di riproduzione delle note alte e di quelle basse, per cui il mobile, completato, e così come descritto, è sufficiente di per se stesso ad una riproduzione di qualità elevata di tutta la gamma delle frequenze acustiche.

1° Esempio: cassa acustica per altoparlante biconico

Si tratta di una cassa acustica studiata per l'altoparlante Philips Mod 9710 - M, le cui caratteristiche sono le seguenti:

Potenza nominale	10 W
Campo di frequenze	da 40 a 20.000 Hz
Diametro del cestello	215 mm
Diametro utile del cono	180 mm
Profondità massima	114 mm
Induzione magnetica	8.000 gauss
Flusso magnetico	97.000 maxwell
Impedenza della bobina mobile a 1.000 Hz	7 ohm

Questo modello consente una riproduzione uniforme di tutte le frequenze acustiche. Inoltre, l'inclinazione della generatrice del cono minore rispetto all'asse, è tale da assicurare un ampio raggio di distribuzione delle frequenze più acute, tale da uniformare il livello in qualsiasi punto di un locale di dimensioni normali. E' consigliabile l'installazione in un angolo.

L'impedenza della bobina mobile è tale da poter essere adattata, con buona approssimazione, all'uscita a 8 ohm dell'amplificatore descritto. Questo tipo di altoparlante è — ripetiamo — biconico, ossia provvisto di due coni, entrambi solidali con un'unica bobina mobile.

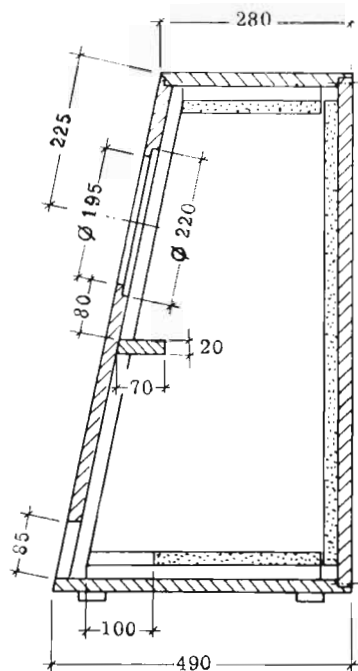



Fig. 2 - Sezione laterale della cassa acustica del primo esempio. Le zone tratteggiate sono in legno compensato o tavolato da 20 mm; quelle punteggiate rappresentano il materiale assorbente.

Come sappiamo, il cono di dimensioni maggiori provvede a fornire la potenza acustica sulle frequenze più, basse, mentre il cono centrale, di dimensioni minori, ha caratteristiche tali da assicurare una riproduzione altrettanto fedele delle note più acute.

La **figura 1** illustra i principi costruttivi della cassa acustica in questione. I pannelli di materiale assorbente, sagomati in modo da non impedire il montaggio delle diverse parti, sono fissati ad una certa distanza dalle pareti stesse. Le due pareti laterali hanno una forma trapezoidale. In tal modo, tenendo verticale il pannello posteriore di chiusura (l'unico non incollato

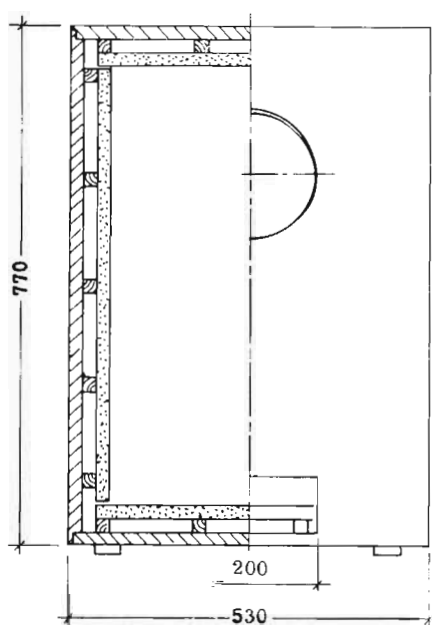



Fig. 3 - Vista frontale della medesima cassa acustica. Si noti il particolare dell'applicazione di materiale assorbente alle pareti laterali, mediante distanziatori realizzati con listelli di legno. L'apertura rettangolare in basso ha una larghezza di 200 mm, ed un'altezza di 85 mm.

e fissato esclusivamente mediante viti, per poter accedere all'interno della cassa), il pannello frontale resta leggermente inclinato verso l'alto.

Un altro particolare degno di nota sono i quattro piedini di legno o — meglio ancora — di gomma, installati ai quattro angoli della base. Essi consentono di appoggiare la cassa acustica al suolo o su di un altro mobile, evitando il contatto diretto tra la superficie esterna della base e la superficie di appoggio. Ciò comprometterebbe il rendimento.

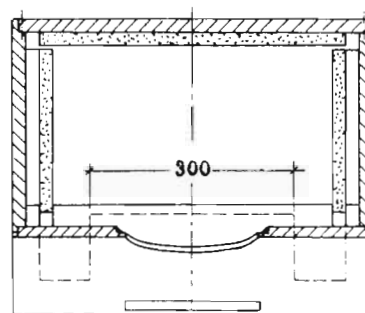



Fig. 4 - Sezione in pianta della cassa acustica per altoparlante biconico. Si può notare, come in figura 2, che il materiale assorbente della parete posteriore aderisce alla parete stessa, diversamente da quello delle pareti laterali, inferiore, e superiore.

La forma della cassa è dunque tale che, grazie alla caratteristica di propagazione delle diverse frequenze, le note gravi vengono percepite uniformemente in qualsiasi punto del locale in cui essa è installata, mentre le note acute, che, come sappiamo sono più direzionali, vengono rivolte leggermente verso l'alto, ossia in direzione della testa di un eventuale ascoltatore, posto alla distanza di due o tre metri. Data la potenza relativamente bassa dell'altoparlante adottato, esso è sufficiente per consentire l'ascolto in un locale avente dimensioni massime di 100 - 150 metri cubi. In un simile locale, le distanze tra le pareti non possono essere tali da consentire fenomeni apprezzabili di riflessione. Di conseguenza, le note più acute (ci riferiamo in particolare a quelle la cui frequenza è superiore agli 8.000 Hz), nonostante la loro spiccata direzionalità, vengono percepite egualmente da un ascoltatore dislocato al di fuori dell'asse dell'altoparlante, e ciò proprio per merito dell'inevitabile riflessione del suono. La sensazione di una nota acuta e riflessa (ossia non diretta), non viene distinta da quella delle note dirette per il tempo minimo di riflessione.

La **figura 2** illustra il mobile visto lateralmente. I bordi esterni, tratteggiati, rappresentano le pareti in legno compensato o tavolato dello spessore di 20 mm. Le zone punteggiate, visibili internamente, rappresentano invece il materiale assorbente — necessario per ottenere le caratteristiche desiderate — consistente in lana di vetro in strati dello spessore di 25 mm. Come si nota, le pareti sono semplicemente accostate, e vengono fissate l'una all'altra senza necessità di incastri. Ovviamente — ripetiamo — per attribuire alla cassa la massima solidità, l'unione deve essere ulteriormente migliorata mediante l'introduzione di viti di ottone.

Sulla parete frontale inclinata (visibile in sezione laterale nella figura 2), sono praticate le aperture: una di esse, e precisamente quella superiore, è rotonda, ed ha un diametro di 195 mm. Quella inferiore, che consente l'utilizzazione delle fasi opposte delle vibrazioni provocate dalla parte posteriore del cono, è rettango-

lare. Le sue dimensioni sono di mm 200 x 85, ed il lato inferiore da 200 mm (orizzontale), coincide con la superficie della base.

La **figura 3** illustra la parte frontale; la metà di sinistra è vista in sezione per illustrare la disposizione interna degli strati assorbenti.

La **figura 4** illustra infine la cassa, vista in sezione dall'alto. Come si può notare, l'apertura circolare in corrispondenza della quale viene fissato l'altoparlante, è munita di una protezione convessa verso l'esterno, costituita da tela semirigida, a trama non eccessivamente fitta, onde non smorzare troppo le variazioni di pressione dell'aria provocate dalle vibrazioni del cono dell'altoparlante. Un particolare degno di nota, facilmente osservabile nelle figure 2 e 4, è il fatto che il materiale assorbente del pannello posteriore, è fissato direttamente sul pannello stesso, e non a distanza come quello applicato alle altre pareti. Altro particolare notevole è il fatto che il pannello frontale è, invece, privo di materiale assorbente.

I pannelli di materiale assorbente sono di lana di vetro, oppure di comune ovatta, del tipo usato per l'imbottitura delle poltrone. In questo secondo caso, però, lo spessore dovrà essere di almeno 35 mm, in luogo dei 25 sufficienti per la lana di vetro. Tale spessore va inteso non in riferimento al solo materiale, bensì al materiale chiuso tra due pareti di tela di sacco, cucita sui bordi e trapuntata. In tal modo si evita che — col tempo — esso si sfaldi o si sposti, cadendo sulla superficie interna della base di appoggio.

Dopo aver effettuato il taglio delle sei pareti, il montaggio della cassetta (ad eccezione del pannello posteriore, che deve essere asportabile), si provvede ad installare internamente l'altoparlante, centrandolo perfettamente rispetto al foro circolare. Il fissaggio deve essere effettuato in modo elastico, ossia isolando meccanicamente l'altoparlante dal pannello di legno, mediante guarnizioni di gomma sia ai lati dello spessore del cestello, ossia tra la testa della vite ed il cestello stesso, che tra questo ed il pannello di legno, come pure intorno alla parte della vite che attraversa il bordo del cestello.

I pannelli assorbenti vanno fissati alle pareti mediante distanziatori costituiti da listelli di legno di lunghezza appropriata, aventi una sezione di 6 x 12 millimetri.

Terminato il montaggio, non resta che saldare allo altoparlante il cavo di collegamento per l'amplificatore (che può essere un comune cavo in gomma bipolare, avente una sezione di 2 x 0,75 mm). Detto cavo potrà passare all'esterno attraverso un foro di diametro appena sufficiente, praticato verso il basso nel pannello posteriore di chiusura. Meglio ancora, si potrà applicare una presa a detto pannello, alla quale, dall'esterno, farà capo una spina collegata al terminale del cavo di allacciamento.

Dopo averla chiusa mediante l'applicazione del pannello posteriore, facendo attenzione che non rimangano fessure lungo il perimetro di appoggio, l'intera cassa potrà essere verniciata o ricoperta di materiale come stoffa, pegamoide, plastica, o altro, conformemente ai gusti del costruttore.

2° Esempio: cassa acustica per due altoparlanti, di diverso diametro.

Si tratta, in questo caso, di un mobile studiato per l'impiego con un altoparlante tipo SP - 251 (per le note basse), ed uno del tipo SP - 92 per le note alte, entrambi di produzione Geloso.

Le caratteristiche dei due tipi di altoparlanti sono le seguenti:

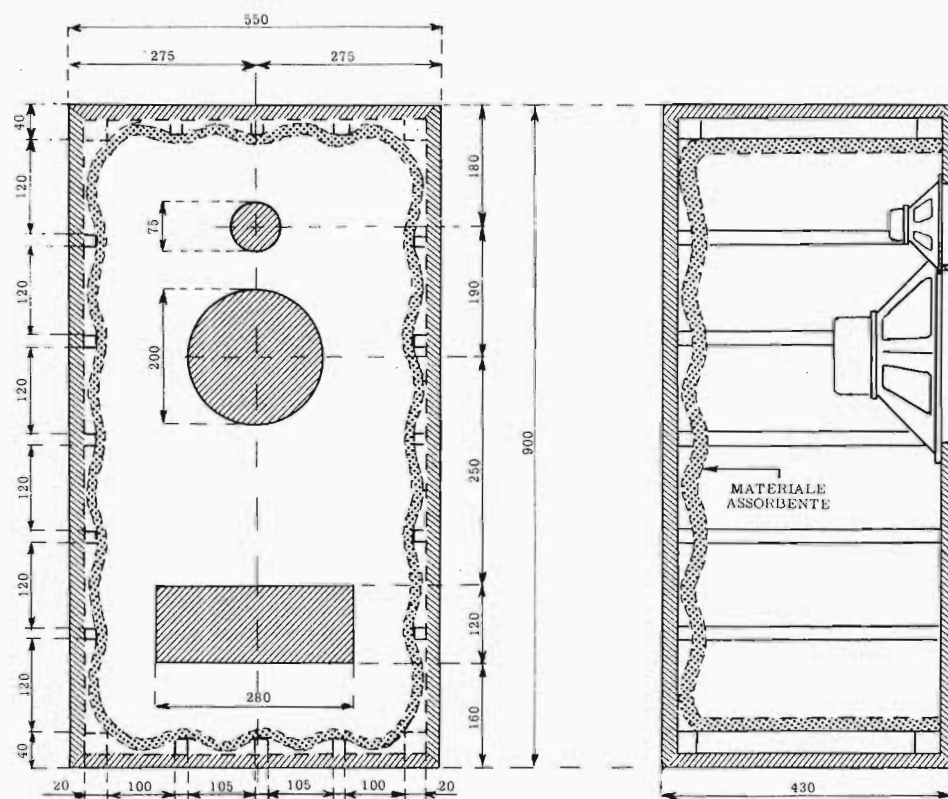



Fig. 5 - Disegno costruttivo della cassa acustica per due altoparlanti (secondo esempio). Notare la diversa disposizione degli strati di materiale assorbente. Le quote riportate devono essere mantenute tali al fine di ottenere le caratteristiche di funzionamento volute. Il collegamento può avere luogo tramite un cavo flessibile, che esca dalla parete posteriore, in basso, o tramite una presa applicata alla medesima parete.

	SP - 251	SP - 92
Potenza nominale . .	6 W	1 W
Diametro est. max . .	233 mm	90 mm
Campo di frequenze .	50÷10.000 Hz	2.000 ÷ 15.000 Hz
Impedenza bobina mobile	5 ohm	5 ohm
Magnete	Alnico V	Alnico V
Flusso magnetico . .	51.000 maxwell	17.000 maxwell
Induzione nel traferro	10.300 gauss	10.000 gauss

La **figura 5** illustra la sezione frontale e laterale della cassa. Come si nota, nel pannello frontale sono presenti tre aperture: una rettangolare, in basso, da mm. 280 x 120, e due circolari, di cui una da 200 mm di diametro (poco al di sopra del centro, per l'altoparlante maggiore), ed una da 75 mm di diametro (in alto, per l'altoparlante più piccolo).

In questa realizzazione, il materiale assorbente (lana di vetro, spessore mm 25, oppure ovatta, spessore mm 35, in ogni caso trapuntata), aderisce perfettamente, mediante incollatura, alle pareti superiore ed inferiore, mentre è ondulato rispetto alla parete posteriore ed a quelle laterali, grazie alla presenza di listelli di legno.

Valgono anche qui le regole costruttive enunciate nell'esempio precedente. Si tenga presente che, in questo caso, la dissipazione massima dei due altoparlanti ammonta complessivamente a circa 6 W (potenza nominale). Le due bobine mobili devono essere connesse in parallelo tra loro, interponendo però un condensatore a carta da 1 μF in serie alla bobina dell'altoparlante più piccolo. Di conseguenza, volendolo, si potranno collegare anche due di tali cassette all'uscita dell'amplificatore descritto. In tal caso, connettendole in parallelo, l'impedenza totale risulterà di circa 2 ohm, connettendole in serie, di circa 5 ohm.

3° Esempio: cassa acustica per tre altoparlanti, di cui uno grande e due di minore diametro.

Anche questa cassa acustica è stata elaborata per l'impiego di altoparlanti Geloso, e precisamente uno del tipo SP-301, e due del tipo SP-92. Le caratteristiche dell'unità più piccola sono già state enunciate nello esempio precedente; quelle dell'altoparlante SP - 301 sono invece le seguenti:

Potenza nominale	8 W
Diametro esterno	300 mm
Campo di frequenze	da 30 a 9.000 Hz
Magnete	Alnico V
Flusso magnetico	51.000 maxwell
Impedenza bobina mobile . .	5 ohm
Risposta lineare	da 30 a 9.000 Hz.

La **figura 6** illustra le sezioni frontale e laterale della cassa acustica. Si possono notare le posizioni delle quattro aperture, tre delle quali corrispondono ai tre altoparlanti, mentre quella rettangolare, in basso, provvede all'utilizzazione dell'energia sviluppantesi posteriormente agli altoparlanti.

In questa realizzazione, la messa in fase degli impulsi sonori anteriore e posteriore è dovuta in parte anche ai due diaframmi, di cui uno interno, che divide la cassa in due parti pressoché eguali, ed uno applicato alla apertura rettangolare del pannello frontale. Essi sono stati realizzati con un materiale reperibile in commercio, denominato « tiroton », avente uno spessore di 10 mm, e forato in modo da presentare un totale di 100 fori per decimetro quadrato.

Anche in questo caso le bobine mobili devono essere connesse in parallelo, inserendo però un condensatore a carta da 2 o 4 μF in serie alle due bobine degli altoparlanti minori, in parallelo tra loro. L'impedenza totale risultante è dell'ordine di 2 - 3 ohm.

La rifinitura esterna è ad arbitrio del costruttore.

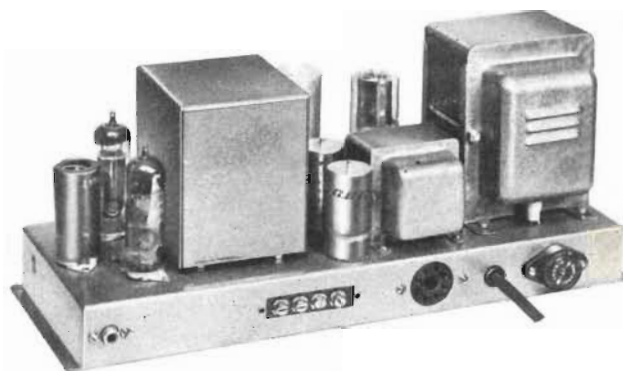
Fig. 6 - Disegno costruttivo della cassa acustica descritta nel terzo esempio. I principi sono analoghi a quelli dell'esempio precedente. In questo caso però, si ha la presenza di due filtri acustici in « tirotron », uno dei quali divide praticamente in due il volume d'aria contenuto nella cassa; l'altro è applicato all'apertura rettangolare, e ne limita la superficie. Essi stabiliscono la frequenza di risonanza della cassa acustica.

PREAMPLIFICATORE

SM/4413

Il complesso d'**ALTA FEDELTÀ** descritto dettagliatamente alla lezione 116°

AMPLIFICATORE

SM/4412

FORNITO COME SCATOLA DI MONTAGGIO

Rivolgetevi alle Sedi oppure direttamente alla Sede centrale: Via Petrella, 6 - MILANO

Chiedete all'edicola questo nuovo Numero

RADIO e TELEVISIONE

n. 101

la nitida voce del progresso

SCOTCH Magnetic Tape

MINNESOTA

Se siete interessati alla televisione, alla radiotecnica, all'elettronica applicata, è nel Vostro reale tornaconto seguire questa rassegna che, mensilmente, con i suoi numerosi articoli, Vi consente un aggiornamento completo con la costante evoluzione della tecnica e del mercato.

ABBONATEVI !

Abbonamento per 12 Numeri. . . . . lire 3.060.

Per gli abbonati al "Corso di Radiotecnica„ . . . . solo lire 2.754.

Una copia, alle edicole, lire 300

abbonamento: "RADIO e TELEVISIONE„ - via dei Pellegrini N. 8/4, conto corrente postale: 3/4545 - Milano

L'abbonamento non ha riferimento all'anno solare e vi da sempre diritto a ricevere 12 Numeri: inoltre, vi invieremo 4 fascicoli in omaggio, da voi scelti tra quelli disponibili, anteriori al N. 97.

Se non disponete del N. 98 potete farlo includere nell'abbonamento.

MANTENETEVI AGGIORNATI CON LA TECNICA RADIO - TV LEGGENDO ASSIDUAMENTE **« RADIO e TELEVISIONE »**

HEATH COMPANY

a subsidiary of Daystrom, Inc.

High Fidelity Amplifier KIT

MODELLO EA - 3

REQUISITI

- *Risposta di frequenza entro ± 1 dB da 20 ÷ 20.000 Hz con 14 W.*
- *Distorsione inferiore all'1 % per 14 W di uscita.*
- *Tre ingressi separati selezionabili con commutatore.*
- *Equalizzazione RIAA.*
- *Controlli dei Bassi e degli Alti separati.*

LARIR RAPPRESENTANTE GENERALE PER L'ITALIA

MILANO P.zza 5 GIORNATE 1 Telefoni: 795.762 - 795.763

Agenti esclusivi di vendita per:

LAZIO - UMBRIA - ABRUZZI . . Soc. FILC RADIO
Piazza Dante, 10 - ROMA - telefono 736.771

EMILIA - MARCHE . . . . Ditta A. ZANIBONI
Via Azzogardino, 2 - BOLOGNA - telefono 263.359

VENETO . . . . Ditta E. PITTON
Via Cavallotti, 12 - PORDENONE - tel. 2244

GELOSO

COMPONENTI PER IMPIANTI ALTA FEDELTA'

AMPLIFICATORE ALTA FEDELTA' G 203 - HF

Risposta lineare 20 ÷ 20.000 Hz - Potenza d'uscita 7 ÷ 11 watt - Distorsione totale inferiore all'1% a piena potenza - 2 circuiti d'entrata, per pick-up piezo o a riluttanza variabile - Controlli di tono indipendenti per alte e basse frequenze - impedenze d'uscita da 3 a 24 ohm - Alimentazione con c.a. 100 ÷ 250 volt - Dimensioni cm 33 x 18 x 19 - Peso kg 6,500 Lire 30.500

COMPLESSO FONOGRAFICO MONOFONICO ALTA FEDELTA' N. 3003

4 velocità con pick-up piezoelettrico - Larga banda di risposta L. 16.000

COMPLESSO FONOGRAFICO STEREOFONICO N. 3005

4 velocità con pick-up piezo per dischi stereo e monoaurali L. 19.000

TRASFORMATORE D'USCITA ALTA FEDELTA' Mod. 5431 - HF

Potenza max. 20 watt (distorsione 1%) - da 30 a 20.000 Hz - Risposta : ± 1 dB da 30 a 40.000 Hz - Induttanza primario 10 henry — Impedenza 5.000 ohm - 1° e 2° secondario : 3 ÷ 4; 4,5 ÷ 5,5; 6 ÷ 8; 12 ÷ 16; 15 ÷ 19; 18 ÷ 24 ohm - 3° secondario: 250 ohm (uscita a tensione costante 70 volt) Lire 15.000

ALTOPARLANTE BIFONICO ALTA FEDELTA' SP303/ST

Risposta 30 ÷ 18.000 Hz - impedenza 16 ohm - Filtro discriminatore incorporato - Diametro max. mm 30 - Peso kg. 2.150 . . L. 12.000

ALTOPARLANTE A LARGA BANDA SP301/ST

per frequenze basse e medie negli impianti ad Alta Fedeltà - Risposta 30 ÷ 9.000 Hz - Impedenza 5 ohm - Diametro max. mm 300 - Peso kg. 2.000. . . . . L. 6.000

ALTOPARLANTE A LARGA BANDA SP251/ST

per frequenze basse e medie negli impianti ad Alta Fedeltà - Risposta 50 ÷ 10.000 Hz - Impedenza 5 ohm - Diametro max. mm 253 L. 4.600

ALTOPARLANTE PER FREQUENZE ALTE ED ALTISSIME SP92/ST

Risposta 2000 ÷ 15.000 Hz - Impedenza 5 ohm - Deve essere usato in serie ad un condensatore a carta da 1 µF/150 V. . . . . . L. 1.750

GELOSO S.p.A. - MILANO (808) - Viale Brenta, 29

Per altri tipi di amplificatori, trasformatori d'uscita e componenti Alta Fedeltà, stereo o monoaurali, richiedere il « Bollettino Tecnico Geloso » N. 78 - 79 dedicato alla B.F.